



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Propuesta de Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar los tiempos de
producción en una empresa Electromecánica

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero Industrial

AUTORES

Peña Cubas, Luis Carlos

ORCID: 0009-0009-7320-469X

Silva Villegas, Alvaro Jesus

ORCID: 0009-0003-7703-5084

ASESOR

Falcon Tuesta, Jose Abraham

ORCID: 0000-0002-1070-7304

Lima, Perú

2023

METADATOS COMPLEMENTARIOS

Datos del autor(es)

Peña Cubas, Luis Carlos

DNI: 72497764

Silva Villegas, Alvaro Jesus

DNI: 74747411

Datos de asesor

Falcon Tuesta, Jose Abraham

DNI: 081883404

Datos del jurado

JURADO 1

Cebreros Delgado de la Flor, Ada Cecilia.

DNI: 07799520

ORCID: 0000-0002-0422-7427

JURADO 2

Rivera Lynch, Cesar Armando

DNI: 07228483

ORCID: 0000-0001-9418-5066

JURADO 3

Saito Silva, Carlos Agustin.

DNI: 07823525

ORCID: 0000-0002-8328-5157

Datos de la investigación

Campo del conocimiento OCDE: 2.11.04

Código del Programa: 722026

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Nosotros, Peña Cubas Luis Carlos, con código de estudiante N° 201610379 , con DNI N° 72497764 , con domicilio en Calle Icaro 122 La Campiña, distrito Chorrillos, provincia y departamento de Lima, y Silva Villegas Alvaro Jesus, con código de estudiante N° 201510407, con DNI N° 74747411, con domicilio en Calle José Gálvez Mz. E Lt.2 Mateo Pumacahua distrito Surco, provincia y departamento de Lima, en nuestra condición de bachilleres en Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería, declaramos bajo juramento que:

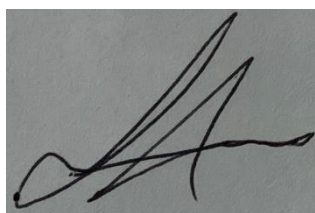
La presente tesis titulada: “Propuesta de Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar los tiempos de producción en una empresa Electromecánica” es de nuestra única autoría, bajo el asesoramiento del docente Falcon Tuesta, Jose Abraham, y no existe plagio y/o copia de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación presentado por cualquier persona natural o jurídica ante cualquier institución académica o de investigación, universidad, etc.; la cual ha sido sometida al anti plagio Turnitin y tiene el 0% de similitud final.

Dejamos constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en la tesis, el contenido de estas corresponde a las opiniones de ellos, y por las cuales no asumimos responsabilidad, ya sean de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o de internet.

Asimismo, ratificamos plenamente que el contenido íntegro de la tesis es de nuestro conocimiento y autoría. Por tal motivo, asumimos toda la responsabilidad de cualquier error u omisión en la tesis y somos conscientes de las connotaciones éticas y legales involucradas.

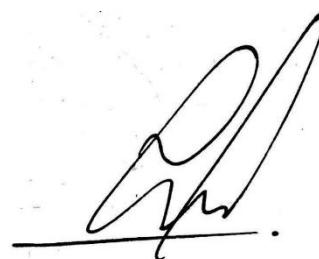
En caso de falsa declaración, nos sometemos a lo dispuesto en las normas de la Universidad Ricardo Palma y a los dispositivos legales nacionales vigentes.

Surco, 08 de septiembre de 2023



(Peña cubas, Luis Carlos)

DNI N° 72497764



(Silva Villegas, Alvaro Jesus)

DNI N° 74747411

INFORME DE ORIGINALIDAD – TURNITIN

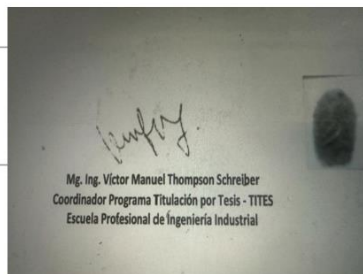
Propuesta de Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar los tiempos de producción en una empresa Electromecánica

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%	20%	2%	5%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	9%
2	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	7%
3	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	1%
4	repositorio.unac.edu.pe Fuente de Internet	<1%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.ucsp.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	cybertesis.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	Wilfredo Bazán Ramírez. "Fundamentos para pronosticar una serie de tiempo estacionaria con información de su propio pasado", Industrial Data, 2020	<1%



DEDICATORIA

Esta tesis la dedico en honor a mi padre y a mi madre, quienes me guiaron a lo largo de mis estudios y desarrollo profesional me brindaron su apoyo incondicional y consejos, y mi hermano quién estuvo alentándome para que siga adelante con mis estudios y avance de este proyecto de tesis. Dedico a mis amigos que me dieron ánimos con sus buenos deseos y alientos de seguir con mis metas trazadas

Peña Cubas, Luis Carlos

Dedico esta tesis a mis queridas mascotas, Chuleta, Tommy, Bella, Copito y Canela. Se que con mucho trabajo y esfuerzo hicieron lo posible en acompañarme todas mis noches, quienes creyeron en mi constantemente me infundían ánimos para seguir avanzando con éxito en este camino. Se que nuestro entorno está orgulloso de nuestro avance gracias por su apoyo y consejos y gracias por el soporte todo este tiempo.

Silva Villegas, Alvaro Jesus

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por habernos guiado y dado la fortaleza para conseguir nuestras metas profesionales. A nuestros padres por su abnegado apoyo moral, motivacional y económico a lo largo de nuestra vida universitaria.

A nuestro asesor el Ing. Falcon Tuesta por su paciencia, dedicación y vocación por la enseñanza que hicieron posible el desarrollo de esta investigación.
Peña Cubas y Silva Villegas

ÍNDICE GENERAL

METADATOS COMPLEMENTARIOS	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD	iii
INFORME DE ORIGINALIDAD – TURNITIN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xiv
ASBTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1 Descripción del problema general y específicos.....	3
1.2 Formulación del problema	20
1.2.1 Problema general.....	20
1.2.2 Problemas específicos	20
1.3 Objetivo general y específico.....	21
1.3.1 Objetivo general.....	21
1.3.2 Objetivos específicos	21
1.4 Delimitación de la investigación: temporal, espacial y temática	21
1.5 Importancia y justificación del trabajo de investigación	22
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	28
2.1 Marco Histórico	28
2.2 Investigaciones relacionadas con el tema	34
2.3 Estructura teórica y científica que sustenta el estudio	38
2.4 Definición de términos básicos	60
2.5 Fundamentos teóricos que sustentan la hipótesis.....	61
2.6 Hipótesis	62
2.6.1 Hipótesis General.....	62
2.6.2 Hipótesis específicas	62

2.7 Variables	62
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.....	63
3.1 Enfoque, tipo, nivel y diseño de la investigación	63
3.2 Población y muestra	65
3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	69
3.3.1 Técnicas e instrumentos	69
3.3.2 Criterio de validez y confiabilidad.....	72
3.3.3 Procedimientos para la recolección de datos	73
3.4 Descripción de procedimientos de análisis de datos	75
CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	76
4.1 Presentación de resultados	76
4.2 Análisis de resultados.....	147
CONCLUSIONES	165
RECOMENDACIONES.....	167
REFERENCIAS.....	169
ANEXOS	174
ANEXO A: Matriz de Consistencia.....	174
ANEXO B: Matriz de Operacionalización	175
ANEXO C: Permiso de la empresa.....	176

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tipos de incidencias registradas.	18
Tabla 2 Cantidad de incidencias registradas por mes.	18
Tabla 3 Características de lean servicie.	31
Tabla 4 Tabla 5´S.	38
Tabla 5 Código de colores estandarizados	44
Tabla 6 Modelo de la Lista de Verificación 5S.	48
Tabla 7 Población y muestra pre y post por cada una de las variables dependientes. ...	68
Tabla 8 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	74
Tabla 9 Descripción de procedimientos de análisis de datos.	75
Tabla 10 Periodo de la investigación.	77
Tabla 11 Producción general 2023.	81
Tabla 12 Diagrama de Operaciones del Proceso de Impulsor de bronce SAE 64.	82
Tabla 13 Criterios de Puntuación.	83
Tabla 14 Cheklist de 5s.	84
Tabla 15 Cuadro resumen.	85
Tabla 16 Registro de tiempos por proceso Pre-Test Primer Semana.	90
Tabla 17 Registro de tiempos por proceso Pre-Test Segunda Semana.	91
Tabla 18 Registro de tiempos por proceso Pre Test Tercer Semana.	92
Tabla 19 Registro de tiempos por proceso Pre Test Cuarta Semana.	93
Tabla 20 Etapas de la ampliación de la teoría.	94
Tabla 21 Miembros del Comité 5S	95
Tabla 22 Cronograma de actividades – Implementación 5S.	96
Tabla 23 Lista de acción correctiva de objetos observados.	100
Tabla 24 Cuadro comparativo del antes VS el después de la aplicación de la señalización.	102
Tabla 25 Señalizaciones implementadas en el área de manufactura.	103
Tabla 26 Cuadro comparativo del antes VS el después Aplicación de las Tercera "S".	105
Tabla 27 Distribución de los trabajadores para la limpieza del área de producción.	106
Tabla 28 Actividades de limpieza asignadas por grupo.	106
Tabla 29 Registro en tiempos por proceso Post Test Primer Semana.	109

Tabla 30 Registro en tiempos por proceso Post Test Segunda Semana.	109
Tabla 31 Registro en tiempos por proceso Post Test Tercer Semana.....	110
Tabla 32 Registro en tiempos por proceso Post Test Cuarta Semana.....	110
Tabla 33 Registro de Tiempos Pre V.S tiempos Post.	111
Tabla 34 Registro Pre de Tiempo de paradas de línea por cambio de piezas por semana.	114
Tabla 35 Actividades de cambio de piezas.	117
Tabla 36 Clasificación de operaciones.	119
Tabla 37 Clasificación de operaciones.	120
Tabla 38 Clasificación de operaciones externas e internas.....	122
Tabla 39 Registro Post de Tiempo de paradas de línea por cambio de piezas.	125
Tabla 40 Registro de Tiempos Pre V.S tiempos Post.	126
Tabla 41 Registro de cantidad de reclamos por semana Pre Test.....	129
Tabla 42 Cronograma de capacitaciones.	131
Tabla 43 Project Charter.	135
Tabla 44 Diagrama de Análisis de Proceso del impulsor de bronce Pre.	137
Tabla 45 Actividades con operaciones que generan sobretiempos.....	138
Tabla 46 Diagrama de Análisis de Proceso del impulsor de bronce Post.....	139
Tabla 47 Técnica de los 5W1H.....	141
Tabla 48 Organización post a la aplicación de la herramienta Lean.	143
Tabla 49 Registro de cantidad de reclamos por semana Post Test.	146
Tabla 50 Cuadro de resultados PRE y POST.....	147
Tabla 51 Muestra Pre y Post Test Registro de tiempos promedio por proceso en forma semanal.	150
Tabla 52 Resumen de procesamiento de casos del tiempo de producción.	151
Tabla 53 Estadísticos descriptivos Pre Test y Post Test.	151
Tabla 54 Prueba de normalidad para los tiempos promedios por proceso de forma semanal.	152
Tabla 55 Prueba no paramétrica de U de Mann Whitney.	153
Tabla 56 Muestra Pre VS Muestra Post.....	154
Tabla 57 Resumen de procesamiento de casos del tiempo de cambio de piezas.....	155
Tabla 58 Estadísticos descriptivos Pre Test y Post Test – Tiempo de cambio de piezas.	155
Tabla 59 Prueba de Normalidad para el tiempo por cambio de piezas.....	156

Tabla 60 Prueba de Levene para el cambio de piezas Pre y Post Test.	157
Tabla 61 Estadísticas de Grupo de la segunda hipótesis.....	158
Tabla 62 Prueba de hipótesis de T Student de muestras independientes.	158
Tabla 63 Muestra Pre VS muestra Post Test.	159
Tabla 64 Resumen de procesamiento de casos.	160
Tabla 65 Estadísticas de grupo respecto a la cantidad de reclamos.....	160
Tabla 66 Prueba de normalidad para la cantidad de reclamos Pre Test y Post Test....	161
Tabla 67 Prueba de Levene para la cantidad de reclamos Pre y Post Test.	162
Tabla 68 Estadísticas de Grupo de la tercera hipótesis.....	163
Tabla 69 Prueba de hipótesis de T Student de muestras independientes.....	164

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Falta de orden y limpieza en área de producción.	6
Figura 2	Escasez de orden y limpieza en área de producción.	7
Figura 3	Almacén principal piezas y materiales desorganizados.	8
Figura 4	Residuos de materiales procesados.	9
Figura 5	Objetos que obstruyen área de trabajo.	12
Figura 6	Objetos fuera de lugar establecido.	12
Figura 7	Objetos fuera de lugar establecido.	13
Figura 8	Carro de herramientas se encuentra mal ubicado.	13
Figura 9	Cambio de piezas.	14
Figura 10	Rotulado tradicional en la empresa.	15
Figura 11	Cajas de órdenes apiladas en almacén.	16
Figura 12	Cajas en mal condición.	17
Figura 13	Indicadores de producción.	19
Figura 14	Diagrama causa – efecto.	20
Figura 15	Ubicación de la empresa Electromecánica.	21
Figura 16	Línea de tiempo de Lean Manufacturing.	33
Figura 17	Formato de la tarjeta roja.	41
Figura 18	Línea Diagrama de Flujo para la clasificación.	42
Figura 19	La productividad y sus componentes.	49
Figura 20	Línea Bases Teorías Lean Manufacturing.	58
Figura 21	Fundamentos teóricos que sustentan la hipótesis de los investigadores.	61
Figura 22	Parte frontal de Electromecánica Silva.	76
Figura 23	Impulsor de bronce SAE 64.	79
Figura 24	Cople de acero SCH80.	79
Figura 25	Bocina de bronce para tazón.	80
Figura 26	Ubicación mayoritaria de la empresa.	80
Figura 27	Ubicación Gráfico radial (Radar 5S Diagnostico).	85
Figura 28	Obstáculos en el área de trabajo.	86
Figura 29	Falta de manuales y procedimientos.	86
Figura 30	Mal organización de las herramientas.	87
Figura 31	Falta de limpieza en maquinaria.	87

Figura 32 Incorrecta organización de MP.	88
Figura 33 Almacenamiento excesivo de residuos.	88
Figura 34 Organigrama del comité 5S.....	95
Figura 35 Etapas de las 5S.....	97
Figura 36 Diagrama de Flujo para la clasificación.....	98
Figura 37 Tarjeta Roja para la clasificación de objetos.....	99
Figura 38 Ubicación de materiales según uso.	101
Figura 39 Gráfico de barra de Horas de paradas por semana.	115
Figura 40 Pasos de la implementación de la metodología SMED.....	115
Figura 41 Piezas del torno.	116
Figura 42 Piezas del torno.	116
Figura 43 Piezas del torno.	117
Figura 44 Visualización Gráfica de tiempo de cambio de piezas.....	118
Figura 45 Ciclo de operación cambio de piezas clasificado.....	119
Figura 46 Ciclo de operación reclasificado.	120
Figura 47 Nueva representación gráfica de tiempo de cambio de piezas.....	121
Figura 48 Ciclo de operación mejorado.....	121
Figura 49 Representación gráfica mejorada del tiempo de cambio de formato.	123
Figura 50 Cantidad de Reclamos por mes.	130
Figura 51 Lista de capacitaciones.....	131
Figura 52 Diagrama SIPOC de Electromecánica.	132
Figura 53 Mapeo de Procesos.....	133
Figura 54 Flujo de procesos.....	134
Figura 55 Cantidad de Reclamos por mes.	136
Figura 56 Torno se encuentra limpio.....	140
Figura 57 Galón de gasolina disponibles.....	140
Figura 58 Flujo de procesos.....	142

RESUMEN

La presente tesis es un estudio que se enfocó precisamente en el aumento la productividad mediante la disminución de tiempos de aquellas actividades que contemplan el proceso de manufactura de piezas de Impulsor de bronce SAE 64 haciendo uso de la herramienta Lean Manufacturing. La organización en estudio Electromecánica Silva S.A.C, es peruana y brinda servicios a muchas empresas líderes en el mercado para empresas estatales como privadas, resolviendo problemas en empresas saneamiento, energía y mineras con implementación de plantas de tratamiento de agua, siendo nuestros servicios de alcance de diseño, producción, comercialización, mantenimiento industrial.

La investigación se abocó a incrementar la producción mediante el desarrollo de la herramienta Lean Manufacturing el cual comprende un gran conjunto de metodologías. Para esto se buscó resolver los problemas fundamentales que afectan en la producción es así como se decide desarrollar la aplicación de la metodología 5´S en la reducción en tiempos de producción en piezas en el primer objetivo específico logrando así ampliar y compartir el know-how de la metodología descrita.

Así mismo la aplicación de la metodología SMED nos brindara el soporte para reducir tiempos muertos de piezas durante paradas en línea en el área de manufactura y por último desarrollar la metodología Lean y así optimizar la duración del tiempo en entrega y mejorar el cumplimiento de entrega de órdenes en función a las fechas establecidas. Para ello de utilizó dentro de nuestra Tesis las cuales son consideradas herramientas de la Ingeniería Industrial como bien lo es el DOP, así mimo el DAP, también cronograma en actividades, Ishikawa, diagramas de flujo.

Los problemas desarrollados anteriormente se encuentran relacionados con las hipótesis planteadas de forma conjunta, así como con la propuesta específica para cada una de ellas, las cuales se encuentran direccionadas a la mejora de la producción y mejora de la eficiencia y eficacia de las actividades de los procesos. En cuanto los logros obtenidos se observan que se redujeron los tiempos de producción conforme a la prueba de la hipótesis, igual forma una reducción en el tiempo de cambio de piezas y se logró la optimización del tiempo de entrega de orden despachadas logrando reducir los reclamos presentados, fortaleciendo y mejorando la relación con nuestros clientes.

Palabras Clave: Producción, Estandarizar, Rendimiento, Piezas, Tiempos de Fabricación, know-how.

ASBTRACT

This thesis is a study that focused on how to increase productivity by reducing the times of the activities that make up the production process of SAE 64 bronze impeller parts using the Lean Manufacturing methodology. The company under study, Electro Mecánica Silva S.A.C, is Peruvian and provides services to many leading companies in the market for state and private companies, solving problems in sanitation, energy and mining companies with the implementation of water treatment plants, our services being of scope. design, production, marketing, industrial maintenance.

The research focused on increasing productivity through the application of Lean Manufacturing, which includes a large set of methodologies. For this, we sought to solve the main problems that affect the production area, so it was decided to develop the application of the 5'S methodology to reduce parts production times for the first specific objective, thus achieving expansion and sharing of know-how. -how of the described methodology. Likewise, the application of the SMED methodology will provide us with the support to reduce downtime of parts during line stops in the production area and finally apply the Lean methodology to optimize delivery time and improve order delivery compliance based on to the established dates. The techniques used to develop our Thesis were Industrial Engineering tools such as DOP, DAP, Activity Schedule, Ishikawa, flow charts.

The problems developed above are related to the hypotheses proposed jointly, as well as to the specific proposal for each of them, which are aimed at improving production and improving the efficiency and effectiveness of the activities of the processes.

Regarding the achievements obtained, it is observed that production times were reduced in accordance with the hypothesis test, there was also a reduction in the time for changing parts and the optimization of the delivery time of dispatched orders was achieved, managing to reduce the claims presented, strengthening and improving the relationship with our clients.

Keywords: Production, Standardize, Performance, Parts, Manufacturing Times, know-how.

INTRODUCCIÓN

Actualmente muchas empresas no tienen en consideración de que objetivos son alcanzables dentro de su organización, las metodologías que se usan no satisfacen de forma correcta las necesidades de las empresas competidoras, ya que las situaciones son cambiantes por lo que se consideran alejadas y apartadas de la excelencia. La implementación de métodos de fabricación ajustada de bajo costo puede mejorar muchos procesos en la industria manufacturera.

En particular, la transformación de metales viene disruptiendo como una fuerte fuente de ingreso en la economía peruana, debido a su acelerado crecimiento y aporte al PIB. Con este apartado de producción únicamente no sólo genera un valor agregado, ya que también produce nuevos empleos incrementando las oportunidades laborales, de igual forma incentiva a diversos sectores en la cadena de suministro.

Actualmente, en el Perú, posterior a los estragos generados por el fenómeno del niño costero, la trayectoria de la industria es positiva y se ocasionan nuevas oportunidades manufactureras. Acorde al siguiente párrafo, la situación actual requiere que las empresas sean competitivas y que el país despegue en diferentes sectores de la economía, mejorando así la economía.

Se debe tener en consideración que la manufactura es una de las industrias que aporta mayor cantidad (16,52%) en el cálculo del producto nacional, dada la importancia de calcular el PNB utilizando una metodología diferente con la que se viene trabajando los últimos años. (Diario Gestión, 2017, pág. 4).

El desarrollo del presente proyecto busca la mejora de la productividad dentro del área de producción logrando así incrementar las ganancias y mejorar la relación con sus clientes de la empresa. El proyecto se desarrolla en la Empresa Electromecánica Silva, durante el periodo de mayo a septiembre del 2023. Previo al proceso de aplicación se llevó a cabo un análisis de la situación actual y post de la empresa con respecto a los tiempos y procedimientos existentes.

Por tal motivo el problema principal se determinó, ¿En qué medida se podría incrementar la productividad mediante la aplicación de Lean Manufacturing? por tanto, así función a esta pregunta el estudio tiene un objetivo principal el cual es ver la aplicación de *Lean Manufacturing* para la mejora de tiempos en procesos de producción en una empresa Electromecánica.

Asimismo, tiene como objetivos específicos aplicar la metodología *5'S* para reducir el tiempo de producción en las piezas, aplicar la metodología *SMED* para reducir los tiempos muertos de cambio de piezas en el área de producción, aplicar la metodología *Lean* para la mejora del cumplimiento de entrega de órdenes en una empresa Electromecánica. El estudio cuenta de cuatro capítulos:

En el capítulo I, se explica el planteamiento del problema, comenzando con el análisis desde un entorno internacional y nacional, respecto a cómo el Lean Manufacturing ha ido evolucionando y desarrollándose durante el transcurso del tiempo en empresas lo cual impacta en las organizaciones; asimismo, se describe el contexto actual de la empresa, así como la del sector, explicando los problemas evidenciados en cuanto a falta de orden limpieza y tiempos de fabricación, se explica cada uno de los problemas específicos a través de un análisis minucioso señalando las herramientas que brinda la Ingeniería industrial para dar solución a dichas problemáticas.

En el capítulo II, se presenta el marco teórico el cual en desarrolla los antecedentes del análisis respecto a la recolección de diversos trabajos de investigación realizados con anterioridad los cuales hacen referencia al tema en investigación, estos suelen ser nacionales o internacionales, de igual forma el desarrollo de las bases y fundamentos teóricos y científicos.

En el capítulo III, se describe el marco metodológico explicando el enfoque, tipo y método de la investigación, así como la población y muestra que sirven para emplear las técnicas e instrumentos para la recolección de datos.

En el capítulo IV, se procede con la descripción de los resultados del estado actual de la empresa, aquellos fueron alcanzados utilizando diversas herramientas de la ingeniería industrial. Se redacta la descripción de procedimientos de análisis de datos, para el cual se utilizará Microsoft Excel, así como el software SPSS, también se realiza la descripción de los datos estadísticos, el análisis e interpretación de estos. Además, se explican los 2 datos tabulados pre y post test y la aplicación de la teoría para cada objetivo específico. Mientras que para el análisis de resultados se revisan los planteamientos y resultados de las pruebas de normalidad y de hipótesis de la investigación. Para finalizar procede con la muestra de una tabla con el resumen de resultados.

Al culminar el capítulo se desarrolla las conclusiones y recomendaciones, detallando las referencias bibliográficas consultadas para el desarrollo de la investigación.

CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema general y específicos

La industria metalmecánica se encuentra relacionada y vinculada a los sectores de la construcción en combinación de otras diversas actividades como minería y servicios es sinérgico, ya que es integral en la cadena de producción. Esta se encuentra direccionada para llegar a ser un gran potencial fuente de valor agregado, acrecentando los ingresos productivos brindando un soporte económico nacional y global.

En este mundo globalizado países como, España, Japón y China son líderes mundiales en el sector metalmecánico, 2020 no fue el mejor año para la industria ya que hubo pocos proyectos de infraestructura. Proyectos de este tipo, en conjunto con proyectos mineros y de inversión, son una importante fuente de ingresos para el sector de maquinaria metalúrgica, China además de exportar productos terminados, ha jugado un papel clave como proveedor de suministros y materiales para diversos sectores a nivel mundial durante las últimas dos décadas.

Según la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD), alrededor del 20% del mercado actualmente se fabrica en China, y la fuerte caída en la producción afectó las cadenas de suministro en otros países.

Como entorno nacional en Perú para esta industria, somos un país vinculado al sector minero, en la actualidad la inversión pública continúa recuperándose del impacto generado por el COVID-19 el cual generó un duro golpe en la economía peruana. Víctor Raso, secretario general de la Asociación Peruana de Empresas Privadas de maquinaria Metalúrgica, dijo que el sector se vio severamente afectado.

El sector metalmecánico representa alrededor de 1% del PBI total y 6% del PBI manufactura y el valor de facturación de las empresas que procesan es de S/ 13 mil millones de soles, según Aepme.

Cabe resaltar que la metalmecánica, juega un papel fundamental en la industria peruana, debido al desarrollo productivo en el país, la cual es favorecida por diferentes servicios y productos industriales estos en su gran mayoría son provenientes de la industria metalmecánica, jugando como una pieza clave en la economía.

Actualmente, la industria proyecta un crecimiento del 3% este 2023. La industria metalmecánica fue una de las más dinámica en el 2022 por encima de los valores de 2019, dicho avance fue impulsado por las operaciones de Quellaveco, en mineras y por la

atención de reparación de maquinarias en el sector agroindustrial, según la Sociedad Nacional de Industrias (SNI).

En breve resumen, la industria del sector metalmeccánico ha evolucionado e incrementado durante el transcurso del tiempo. Empresas alcanzan a mejorar su nivel de servicio, logrando así mejorar sus procesos internos y cumplimiento de estándares de calidad pre establecidos por el cliente.

Esta es una industria importante en el Perú, ya que la formación productiva de nuestro país está formada por distintos servicios y productos industriales originarios de la industria metalmeccánica, lo cual es reflejado como una pieza esencial en la economía.

En la actualidad, abunda una alta competencia en las empresas por conseguir y obtener distinguirse para así mantenerse vigente en el mercado presente y futuro por diferenciarse en su gama de productos o servicios brindados.

Por la presente situación, la mayor parte de industrias cuentan con la obligación de apostar por las nuevas tendencias tecnológicas e implementar el desarrollo de estrategias las que permitan mejoras de productividad en la empresa.

Es así que Doberstan(2000) menciona: “En el mundo globalizado y competitivo que hoy nos toca vivir, ninguna empresa puede desconocer las herramientas que utilizan aquellas que se destacan y triunfan dentro del sistema” (p.7).

Electromecánica Silva, es una empresa con aproximadamente quince años en el mercado esta empresa se dedica a la fabricación de productos relacionados a la industria tales como bocina de bronce para Tazón., cople de acero SCH80, impulsor de bronce SAE 64, entre otros la empresa cuenta con una cartera amplia de clientes tanto del sector privado y público.

En Electromecánica Silva, se aprecian problemas en el proceso de producción. La presente investigación desarrollada busca y centra como objetivo general el lograr establecer, incrementar y mejorar la productividad mediante la aplicación de la Metodología Lean Manufacturing en una empresa Electromecánica en el área de producción.

Para ello han definido y establecido utilizar un método explicativo en base a un diseño cuasi-experimental. El cual se realizó a través de la aplicación de distintas herramientas en ingeniería industrial, para lograr de esta forma brindar y obtener soluciones óptimas y eficientes en industrias de manufactura similares a las del presente estudio

Alcanzando de esta manera no solo un único beneficio u aporte para la empresa e investigadores, sino lograr compartir el estudio con la humanidad, ya que la investigación se puede tener como guía y referencia para investigaciones relacionadas.

Se decidió la utilización de diversas herramientas, tales como lo son: DOP, DAP, Diagrama de procesos, Ishikawa, Project charter, estudios de tiempos entre otras, las cuales servirán de gran ayuda y aporte para el presente trabajo de investigación a desarrollar logrando así poder cumplir con el objetivo final del proyecto en mención.

Para ello, en primera estancia se ha fijado realizar un diagnóstico integral de las causas a los problemas específicos planteados y determinados en la empresa enfocándose exclusivamente el área de producción en términos de procesos, equipos, materiales, herramientas y personal, así como la carga de trabajo y productividad en el área de producción.

Estos factores principalmente son relevantes para la empresa, así como el estado actual de los equipos, ya que se tiene que se aprecia lo contrario.

Mejorar, incrementar y generar un cambio en la productividad es algo complejo de realizar, esto ocurre va más allá de innovar y el desarrollo tecnológico. Es así que la baja productividad es solo un resultado de muchos otros factores los cuales son revisados en este trabajo, en específico en el área de producción.

El objetivo del presente trabajo es aumentar la productividad en el área de producción esto, permite establecer un plan de mejora, con ello evitar la disminución de la producción y ventas ocasionado por el libre mercado que existe en la actualidad en el país, donde también existen diversas marcas de productos alternos.

Para el presente estudio se utilizaron 3 metodologías distintas en cada problema específico tales como en el primer objetivo específico se desarrolló la metodología 5S , seguido de ello para el segundo objetivo específico de optar por desarrollar la metodología SMED, y por último para el tercer objetivo se desarrolló la metodología Lean los cuales se aprecia la explicación, causas y evidencia en los párrafos a continuación en el orden antes mencionado se puede visualizar las y apreciar las causas raíz de cada uno de los problemas planteados.

En primer lugar, se logra apreciar que los operarios en su gran mayoría cuentan con una escasez y un gran desconocimiento o también denominado know-how, respecto a un mejor ambiente respecto a las 5S de orden y limpieza, en el área de producción en esta industria.

Esto antes mencionado en relación con la mal organización, falta orden y limpieza, esta que repercute directamente afectando en los tiempos de producción de piezas, esto en combinación con la falta de experiencia en el rubro de la industria conlleva a el incremento de tiempos por pieza procesada en producción.

Este problema es originado, debido a que el área no se práctica o en otras palabras no se encuentra desarrollado correctamente presente una cultura de limpieza y orden establecida para los colaboradores del área en cuestión.

Ello está ocasionando que existan herramientas y materiales en zonas incorrectas dentro del área de producción, así como alrededor del área de trabajo también se observa el desorden generado al momento de ubicar las piezas a trabajar y herramientas ya utilizadas.

En la Figura 1, podemos evidenciar de la existencia y carencia de orden y limpieza en el almacén de herramientas y materiales.

Figura 1 *Falta de orden y limpieza en área de producción.*



Nota: Datos proporcionados por la empresa.

Se programo visitas frecuentes a la planta de fabricación durante el horario laboral, así como al cerrar la planta con la finalidad de poder apreciar cómo es que mostraba el orden y limpieza al momento de iniciar con la labor diaria dentro de la planta.

También se logró apreciar cómo y en qué estado dejaban el área de trabajo los colaboradores son así con ello que se aprecia que tanto antes del inicio de labores como

en la culminación del mismo, la planta permanece con el mismo grado de orden y limpieza ya que no existe formado la cultura de 5 S en los trabajadores del área de producción.

Dentro del área de producción se observó que existía que en su gran parte de los trabajadores solían dejar la materia prima cerca a los pasillos y continuo a los equipos del área, lo cual en lo absoluto es ideal ya que esto no permite el libre tránsito además de ocupar espacio y no generar valor agregado en el flujo del proceso.

Además de apreciar de que existían pequeñas piezas como tuercas o tornillos esparcidos por el suelo del área de trabajo y partículas de metal producto del maquinado de las piezas en el torno esto con el alto transito interno se esparcía hacia las demás áreas de la empresa mediante las botas de los trabajadores ya que no existía un previo control de limpieza del área de trabajo antes de iniciar las labores diarias.

A continuación, en la Figura 2, apreciamos la falta de orden y limpieza en torno al área de producción ya antes descritos en párrafos anteriores.

Figura 2 Escasez de orden y limpieza en área de producción.



Nota: Datos proporcionados por la empresa.

Además de tener una infraestructura recientemente mejorada, este espacio aún continúa presentando una serie de problemas los cuales afectan la eficiencia en la fabricación de piezas.

Igual forma se aprecia que almacén principal cuenta con estanterías, las cuales carecen de señalización adecuada tanto para la ubicación de materiales, equipos y herramientas es decir solo acumulan, herramientas, materiales y equipos en los estantes sin tomar algún orden en consideración.

Los trabajadores ingresan al almacén buscan algún espacio que se encuentre vacío o cuento con disponibilidad y es en ese preciso lugar donde dejan el objeto y se retiran generando que todo se encuentre desordenado y mezclado entre sí.

En el almacén principal se encuentran almacenadas la herramientas de trabajo las cuales se encuentran distribuidas y esparcidas dentro del mismo almacén esto ocasiona que cuando se requiere de su uso para algún tipo de proceso en específico, este tarde más del tiempo habitual establecido debido a que no se encuentra a primera vista la herramienta requerida y el trabajador pierde un tiempo adicional en ubicar la herramienta dentro del almacén ocasionando que el tiempo de producción se eleve por la falta de orden dentro del almacén ver Figura 3.

Figura 3 Almacén principal piezas y materiales desorganizados.



Nota: Datos proporcionados por la empresa.

A su vez, esta no cuenta una adecuada distribución ni los distintivos de señalización de seguridad para la gestión de riesgos en caso de accidentes o riesgos eléctricos. También se visualiza que los pasillos no están debidamente identificados de forma óptima, encontrándose así mercadería en los pasadizos que bloquean los accesos.

Dentro de la planta de producción, existen espacios que sirven de almacenes para materiales de gran volumen en los cuales, se almacenan equipos, materiales de gran dimensión entre otros.

Sin embargo, éstos no están ubicados en un solo lugar de forma ordenada y debidamente señalizada dentro del almacén, lo cual está ocasionando que sea de difícil su accesibilidad. En dicha zona, tampoco se aprecia los distintivos de seguridad ni la adecuada identificación o rotulado de los materiales ni de herramientas por tipo o clasificación.

Para el estudio en cuestión se muestran tiempos sin valor agregado en la búsqueda de herramientas, ocasionado por no conocer con precisión la ubicación, agregado a ello el

desorden del puesto de trabajo, los espacios ocupados por bienes los cuales no corresponden al actual proceso, en gran parte se ubican puestos en el suelo y no cuentan con un lugar preciso y adecuado.

En consecuencia, la incorrecta organización de área de trabajo trae consigo retardos y demoras respecto a la cantidad de piezas fabricadas por los trabajadores demostrando una baja productividad en el área.

Adicional a lo antes mencionado, existe un proceso ineficiente de insumos los cuales propagan residuos con lo cual se muestra la falta de limpieza, ubicándose objetos los cuales interrumpen el libre tránsito, no existe espacios óptimos libres al desplazarse y se con ello se muestra las condiciones inseguras que existen, dentro de las cuales tenemos la caída de material, tropiezos, resbalones de personal durante sus actividades, estos en un futuro traen consigo como consecuencias accidentes u daños graves en ellos ver Figura 4.

Figura 4 *Residuos de materiales procesados.*



Nota: Datos proporcionados por la empresa.

Por tal situación se aprecia que no existe el correcto acondicionamiento en el ambiente, así mismo tampoco hay un adecuado uso de los materiales, componentes y herramientas al ser ubicados de forma óptima en que los trabajadores cuenten con un libre tránsito para poder realizar las actividades de forma óptima.

Se observo que en una gran parte de los trabajadores no cuentan con puestos de trabajo adecuados, ya que de olvidar y dejar piezas en lugares de alto transito existe un alto porcentaje de que se ocasionen incidentes dentro del área.

Esto antes mencionado se viene acrecentando, ya que estas situaciones se toman con normalidad durante la jornada laboral por el hecho de desconocer los principios de las 5S.

Se aprecia que no existe una adecuada delimitación de las áreas de trabajo las cuales sirvan para separar visualmente áreas entre si es por ello por lo que se genera una mal organización y falta orden y limpieza entre áreas.

La problemática descrita de la situación antes mencionada muestra el área de estudio en cuestión, para ello en resumen se apreció la existencia de conocimiento referente a las 5s, así como el inadecuado uso de espacios de áreas ya que, no son aprovechados al máximo, estos son los causantes de que exista una mal organización del trabajo y desorden evidente.

En segundo lugar, si existe una otra problemática la cual está relacionada con el proceso en que se genera el cambio de piezas a los equipos en la empresa electromecánica en el área de producción esto se encuentra alterando y afectando los tiempos y capacidad de piezas a fabricar por cada equipo en la línea.

Debido a que, cuando se generan las paradas de línea, estas están dilatando el tiempo de fabricación de los equipos, las paradas de línea en ocasiones están generando con frecuencia sobretiempos, por lo que en diversos momentos y situaciones no se cuenta con la pieza adecuada a la mano del trabajador llegado el momento de realizar la intervención al equipo.

Logrando así de esta forma generar una pérdida de tiempos en la búsqueda de las piezas u herramientas para el trabajador, provocando que la parada de línea se extienda más del tiempo establecido, repercutiendo finalmente en los tiempos de producción y la capacidad de fabricación de los equipos.

Dicho tiempo de cambio de piezas, impacta directamente en la productividad como se mencionó líneas atrás, ya que si no se está fabricando se incurriría en despilfarro de electricidad y mano de obra, debido a que si los colaboradores encargados de estas labores no están realizando un trabajo activo el cual agregue valor al producto este tiempo no se está siendo aprovechado de forma beneficiosa ni para la empresa ni para el trabajador.

En consecuencia, esto antes mencionado también provoca que, al existir menos tiempo para el proceso establecido en el programa de producción, ocasiona finalmente que se produzca menos y se trabaje menos además de verse reflejado en la capacidad de los equipos se reduzca por los tiempos de cambio piezas generados, impidiendo de esta forma el lograr cumplir con el programa de producción y no contar con la cantidad de piezas estimadas.

Se determinó que el origen de este problema, es decir, las demoras generadas por el cambio de piezas mencionado con anterioridad se detallar a partir de cada actividad realizada, en el proceso de cambio de cambio de piezas, que realizan los trabajadores.

Se aprecia que no existe un procedimiento adecuado, en el cambio de piezas lo cual impide en diversas direcciones el poder realizar otras actividades que generen y agreguen valor al proceso mientras el equipo está en funcionamiento así conseguir no afectar a la productividad y rendimiento de estos.

Se observó que las paradas de línea existentes en el área de producción se extienden a causa de la demora originada en el cambio de piezas, esto se encuentra afectando el diseño y procedimiento de los procesos de producción.

Además, se nota en el actual procedimiento y flujo no se cuenta con disponibilidad de tiempo ahorrado para el cambio de piezas por lo cual este continua sin ser optimizado es por ello por lo que la empresa se encuentra en etapa de surgimiento y crecimiento en busca de la mejora continua.

Incrementar la productividad en consecuencia la eficiencia es el objetivo de este proyecto, la mejora de los procesos en la elaboración de piezas, logrando así cumplir con la exigencia de los clientes y/o consumidores, así mismo reflejar un mejor ambiente de trabajo de los colaboradores en las áreas productivas.

Para establecer los factores de retraso en el de cambio de piezas, se realizó uso de una herramienta esencial denominada, diagrama de Ishikawa, con la finalidad de establecer los problemas específicos al tener en consideración los factores originarios deducidos del problema general presentado en la Figura 14.

Se logró apreciar que los trabajadores generan una cantidad determinada de movimientos innecesarios, lo cual es ocasionado a que las herramientas a utilizar no se encuentran cerca del trabajador lo cual genera un desgaste frecuente de energía, y está afectando con un elevado consumo de tiempo.

Además de un excedente de esfuerzo referente al movimiento de brazos, manos y pies igual manera, observamos que los trabajadores realizan desplazamientos de excesivos, ya que existen impedimentos dentro del camino ya que no está señalizado, objetos los cuales en primera estancia son innecesarios y no son partícipes de este no añaden ningún tipo de valor dentro del proceso productivo de los diversos productos ver Figura 5.

Figura 5 *Objetos que obstruyen área de trabajo.*



Nota: Datos proporcionados por la empresa.

Esto es provocado por la falta de orden y la falta de delimitación, dichos elementos reducen aún parte el área, y terminan ocasionando mayor confusión a los nuevos colaboradores debido a existir numerosa cantidad de objetos estos generan desorden que podrían convertirse en accidentes de trabajo ver Figura 6.

Figura 6 *Objetos fuera de lugar establecido.*



Nota: Datos proporcionados por la empresa.

Los problemas generan un tiempo promedio de 9.25 minutos diarios adicional al cambio de piezas por demoras en la búsqueda de herramientas y traslado de estas Durante los cambios de piezas se observan las siguientes incidencias:

-El operario ejecuta elevado tiempo de cambio de herramienta cuando se encuentra sin ayudante. Cuando hay ayudante lo apoya en actividades que solo se pueden realizar entre dos personas como el ajuste del eje que sostiene la pieza para el maquinado ver Figura 7.

Figura 7 *Objetos fuera de lugar establecido.*



Nota: Datos proporcionados por la empresa.

-Existen diversas actividades que se pueden realizar con la máquina encendida, y no obligatoriamente mediante la parada de línea con el cambio de herramienta.

-Las herramientas no se encuentran en un orden establecido.

Se aprecia que parte del procedimiento del cambio de piezas, inicia con la búsqueda del carro de herramientas el cual no tiene un lugar preestablecido dentro del área de producción, es decir se aprecia que los trabajadores dejan de forma desubicada el carro de herramientas en distintos lugares de la planta esto genera un primer sobretiempo el cual se está tardando en ubicar el carro para luego desplazarlo hacia el lugar donde se realiza el cambio de piezas.

En la Figura 8, se observa como el carro de herramientas se encuentra ubicado en una zona no adecuada con fácil acceso para su uso, esta situación tiende a generar una pérdida del tiempo en el desplazamiento del carro hacia el área donde realmente se requiere todo ello debido a que no se encuentra ubicado en una zona determinada donde todos pueden movilizarlo con practicidad.

Figura 8 *Carro de herramientas se encuentra mal ubicado.*



Nota: Datos proporcionados por la empresa.

En seguida se procede con la búsqueda dentro del carro de herramientas la herramienta que se va a utilizar para la operación, se realiza el apagado del equipo, es allí cuando se interviene la máquina y se inicia con el cambio de piezas ver Figura 9.

Figura 9 Cambio de piezas.



Nota: Datos proporcionados por la empresa.

Es así como la evidencia relacionada al problema de cambio de piezas, ocasionado debido al tiempo extendido de paradas de línea, también se logra visualizar los motivos que suelen provocar con regularidad.

En tercer lugar, según el diagnóstico realizado se aprecia que la tercera parte de los clientes manifiestan y presentan quejas u reclamos, a través de mensajes vía correos electrónicos, los cuales envían a la empresa con regularidad.

Se aprecia que uno de los principales motivos de los reclamos que se repite con frecuencia es que no se encuentra cumpliendo con el Lead time de entrega es decir no se está cumpliendo con las ordenes de entrega dentro del tiempo establecido hacia el cliente debido al extendido y tardío tiempo de preparación de las órdenes realizadas.

Las cuales se aprecia que están tardando en ser despachadas y se encuentra que las fechas de entrega se están extendiendo, respecto a la fecha programada, la cual fue establecida como fecha de entrega en forma inicial.

Esto finalmente está repercutiendo directamente en el Lead time y cumplimiento de las ordenes de entrega realizadas en la empresa, lo cual a su vez está ocasionando y generando la incomodidad e insatisfacción por parte los clientes actuales.

Además de generar retrasos en pagos de órdenes de producción, ya que esto genera desconfianza en los clientes, debido a no poder cumplir con los tiempos de entrega establecidos, dicho inconveniente se ocasiona por la falta de procedimientos y de

coordinación de las actividades en la preparación del despacho de la orden acorde a las ordenes previstas para entrega.

Propiciando y desencadenando un efecto domino e impactando finalmente en los tiempos de entrega establecidos, en muchas ocasiones existen y se presentan errores en el rotulado de la orden, la cual al ser despachada con errores en el rotulo tales como: nombre erróneo de la dirección del destino, nombre erróneo del cliente, error en escribir las cantidades requeridas todo esto al ser escrito de forma manual en un rotulo ocasiona también que en ocasiones el trabajador que empaqueta la orden no comprenda la letra del otro colaborador y genere un despacho erróneo en proporciones incorrectas ver Figura 10.

Figura 10 Rotulado tradicional en la empresa.



Nota: Datos proporcionados por la empresa.

Todo esto antes mencionado en diversas ocasiones tiende a culminar ocasionando reprocesos de envío de las órdenes, debido a que se realizan entregas erróneas y se tiene que reprogramar el envío, causando de esta forma la extensión del tiempo de entrega inicial de la orden.

Debido a la continua búsqueda de resolver el poder atender las órdenes con rapidez a los clientes, se aprecia que no está existiendo un correcto control interno de los procesos originando parte de los problemas mencionados con anterioridad.

Asimismo, el despacho de las ordenes presenta demoras en la entrega de estas, propiciado por la consolidación de información, es por ello por lo que se han estado presentando una serie de reclamos en los últimos meses transcurridos.

Sin embargo, cabe mencionar que las eventuales faltas mencionadas son por 3 distintos motivos, de los cuales el que es más resaltante y cuenta con mayor incidencia es la entrega de ordenes fuera del Lead Time establecido, lo que conlleva a reflejarse en una deficiente gestión del proceso.

Las solicitudes referentes a este problema son en muchas ocasiones respecto al incumplimiento de estas, lo cual no se encuentra dentro las metas establecidas para la empresa, esto puede estar afectando directamente a los resultados del indicador del área. Lo expresado tiene como causa raíz el desorden, la ausencia de limpieza y una mal organización de los procesos. Por consecuencia, la mal ubicación del lugar, trae consigo demoras e incumplimiento en las entregas a sus clientes, lo que a ocasiona que se genere menor confianza por parte de ellos en relación con la empresa.

También se evidencia que cuando se va a llenar la orden dentro de la caja, esta con frecuencia no se encontraba armada y el trabajador tiene que desplazarse al almacén principal en búsqueda de la caja que cumpla con las medidas acorde para realizar el armado de la caja la cual en muchas ocasiones se encuentran almacenadas de forma incorrecta

Es decir, no se encuentran señalizadas por tamaño además de encontrarse en medio del desorden ya antes mencionado en el almacén, esto ocasiona desplazamientos innecesarios dentro del proceso y flujo de la entrega ver Figura 11.

Figura 11 *Cajas de órdenes apiladas en almacén.*



Nota: Datos proporcionados por la empresa.

En muchas ocasiones los trabajadores por tratar de cumplir con el tiempo establecido para la entrega arman la caja y no se percatan de las imperfecciones que pueden llegar a tener las cajas.

En muchas ocasiones se han presentado con roturas o agujeros por el hecho de realizarlo a última hora del proceso ver Figura 12.

Figura 12 Cajas en mal condición.



Nota: Datos proporcionados por la empresa.

Se evidencia que la no se cuenta con un proceso adecuado y preciso para realizar las entregas, agregado a ello la falta de disciplina de los colaboradores, los cuales cuando se realiza la preparación de la orden en muchas ocasiones tienen confusión en seleccionar el producto inadecuado.

Esto antes mencionado también puede surgir debido a que los operarios tienen prisa por finalizar el trabajo y deciden saltar partes del proceso tales como el check list de verificación y tan solo enfocarse en cumplir con despachar la orden con rapidez hacia los clientes, sin seguir y sin respetar el orden de los procesos internos establecidos por la empresa.

Por esa razón se analiza los comentarios de los operarios que se encuentran dentro del área involucrada, con lo cual se precisa mejor el diagrama de causa y efecto, el cual consta de seis niveles, según la importancia dada por los mismos, siendo estos espacios, tiempos, elementos, manipulación de materiales, recorridos y falta de orden, cada uno con sus respectivos detalles ayudan a conocer con mayor precisión los puntos más críticos dentro de la empresa.

La Tabla 1, muestra en resumen de las incidencias más frecuentes registradas, con el motivo respectivo acorde al origen de esta, logrando así tener una mejor visión de la problemática existente a resolver.

Tabla 1 Tipos de incidencias registradas.

N°	INCIDENCIA	MOTIVO
1	Entrega de órdenes fuera de tiempo establecido.	No existe procedimientos eficientes de despacho de las órdenes.
2	Cambio de piezas excede el tiempo programado.	No existen procedimientos, cronogramas, manuales, para realizar este proceso.
3	Tiempo de fabricación mayor al promedio.	Falta de capacitación al personal nuevo, no existe tiempo estándar en el proceso de fabricación.
4	Desorganización y suciedad en el área de trabajo.	No existe orden ni limpieza, debido a que se desconoce los beneficios de las 5S.

Nota: Datos proporcionados por la empresa objeto de estudio.

En la Tabla 2, se aprecia las cantidades y porcentajes de despachos realizados acorde al tamaño de la orden realizada logrando así apreciar que el número de despachos ha ido creciendo progresivamente durante el transcurso de los meses.

Tabla 2 Cantidad de incidencias registradas por mes.

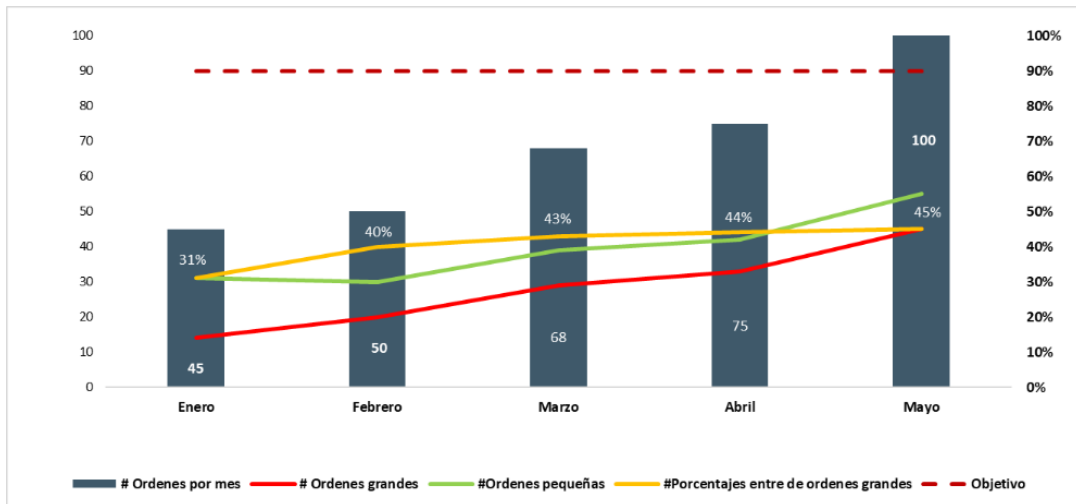
Mes	N° de despachos por mes	Órdenes grandes	Órdenes pequeñas	% de ordenes fuera entrega
enero	45	14	31	31%
febrero	50	20	30	40%
marzo	68	29	39	43%
abril	75	33	42	44%
mayo	100	45	55	45%

Nota: Datos proporcionados por la empresa objeto de estudio.

En la Figura 13, se aprecia la evolución de las órdenes desde inicio del año 2023 hasta el inicio de la investigación, en la cual podemos apreciar que la producción se va incrementando mes a mes y se clasifican las órdenes acorde a su tamaño sean pequeñas y órdenes grandes con su porcentaje correspondiente.

Indicadores de producción.

Figura 13 Indicadores de producción.



Nota: Datos Proporcionados de la empresa.

La Figura 14 a continuación, se aprecia el Diagrama de causa-efecto, en el cual se detalla los principales factores que afectan y originan la problemática actual, tal es así como la inexistencia de tiempos estándar no permite llevar un control exacto de la producción diaria.

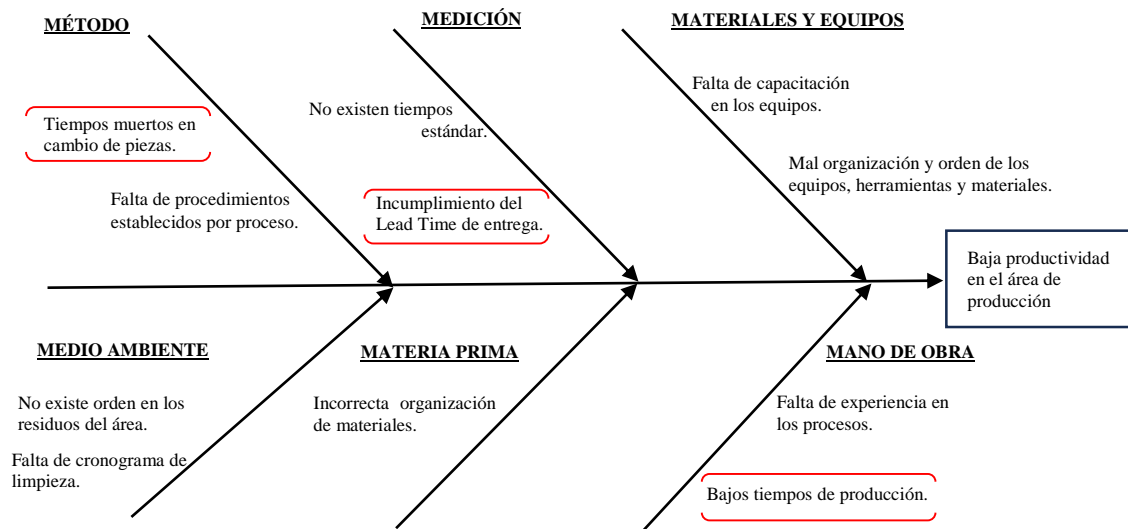
Generando que la cantidad de piezas fabricadas a diario sea muy variable, lo anterior mencionado en relación con la falta de procedimientos por proceso ocasiona que no se tenga un mejor control de la producción.

Por otro lado, se aprecia la falta de experiencia del personal en el uso de los equipos y herramientas de trabajo, ocasiona que se generen sobre tiempos, así como también la mal organización y orden en los equipos, herramientas y materiales genera un tiempo muerto en producción.

Se aprecia que existe la falta de un cronograma de limpieza e igual forma existe un desorden en cuanto a residuos en el área de trabajo provocando que los tiempos se incrementen.

Dado a lo sucedido en muchas ocasiones existen piezas en lugares que no están asignados para los mismos, igual forma existen reproceso en el maquinado de piezas debido a la falta de experiencia y practica en el proceso generando que los tiempos de producción se extiendan y no se llegue a cumplir con las ordenes requeridas.

Figura 14 Diagrama causa – efecto.



Nota: Elaboración propia.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿En qué medida se podría incrementar la productividad mediante la aplicación de Lean Manufacturing?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cómo reducir el tiempo de producción de las piezas en una empresa Electromecánica?
- ¿Cómo reducir los tiempos muertos en paradas de línea por cambio de piezas en una empresa Electromecánica?
- ¿Cómo mejorar el Lead Time de entrega de órdenes en una empresa Electromecánica?

1.3 Objetivo general y específico

1.3.1 Objetivo general

Aplicación de *Lean Manufacturing* para la mejora de tiempos en procesos de producción en una empresa Electromecánica.

1.3.2 Objetivos específicos

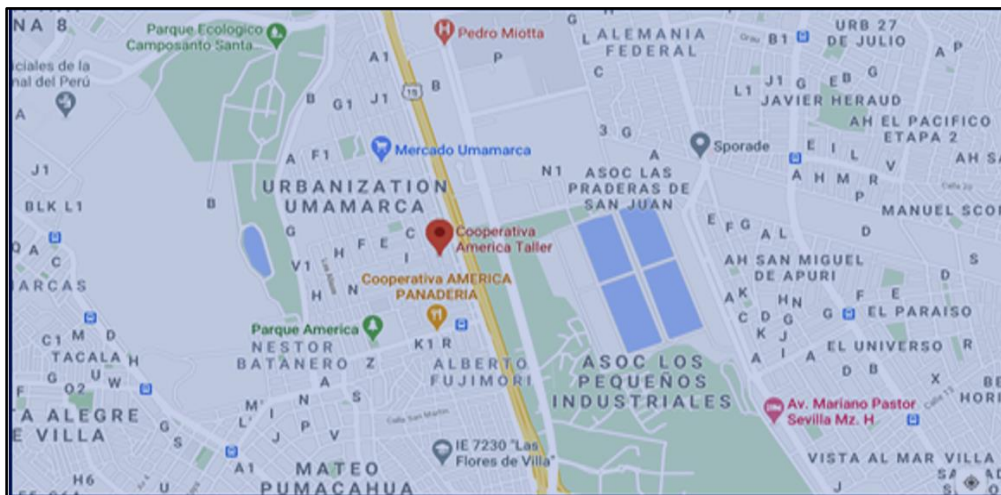
- a) Aplicar la metodología 5'S para reducir el tiempo de producción de las piezas en una empresa Electromecánica.
- b) Aplicar la metodología *SMED* para reducir los tiempos muertos de cambio de piezas en el área de producción en una empresa Electromecánica.
- c) Aplicar la metodología *Lean* para la mejora del cumplimiento de entrega de ordenes en una empresa Electromecánica.

1.4 Delimitación de la investigación: temporal, espacial y temática

Delimitación espacial

Se desarrolla en el área de producción de una empresa del sector Electromecánico, que procesa piezas de acero inoxidable para equipos hidráulicos la cual se ubica en la Provincia Constitucional de Lima, en el distrito de San Juan de Miraflores. Dirección: Calle Jesús Morales 727 acorde a la Figura 15.

Figura 15 Ubicación de la empresa Electromecánica.



Nota: Datos Proporcionados de la empresa.

Delimitación temporal

La información que será desarrollada para la elaboración del proyecto propuesto los cuales están enmarcados dentro del periodo del 02 de mayo 2023, finalizando el 30 de septiembre del 2023.

Fase Pre: de mayo-02 a junio-20.

Implementación: junio-20 a julio 30.

Fase post: de julio-30 a septiembre-30.

Delimitación teórica

Respecto a la delimitación teórica, se tendrá en cuenta el proceso de producción desde el inicio con el ingreso de materia prima hasta el fin del proceso. Finalmente, con la teoría de Lean Manufacturing se podrá realizar la aplicación de sus metodologías para la mejora del tiempo de producción.

1.5 Importancia y justificación del trabajo de investigación

Importancia de la investigación

Respecto al pilar de la importancia de la investigación, se enfoca principalmente en: solucionar los problemas del nivel de productividad del sector Electromecánico mediante la aplicación del *Lean Manufacturing*, ya antes mencionada enfocado en la industria manufacturera debido a los problemas a detallar posteriormente.

Esto tendrá un impacto positivo y ayudará a aumentar la productividad en la empresa, la cual tendrá como principales beneficiarios a la empresa y a los trabajadores logrando así aprovechar y utilizar de la mejor forma los recursos proporcionados por la empresa alcanzando así el objetivo final de la investigación.

La ventaja será un ahorro significativo de tiempo, se verá reflejado en esfuerzo con la mejor forma en gestión de actividades y equipos de las áreas, esto en relación con las continuas capacitaciones mejorará el área de producción, métodos de trabajo y procedimientos preestablecidos.

Lo cual permite que las empresas sean más competitivas y ágiles en respuesta a la demanda generada. Con esto se mejora la captación de clientes y los convierte en un referente del mercado nacional. Esto es importante comparando el conocimiento y la práctica para obtener estas ventajas competitivas.

Esto se debe a que los avances tecnológicos y los cambios económicos a nivel nacional y global mejoran la productividad. Mantenerse y prevalecer en el mercado es importante ya que brinda un soporte de seguridad e imagen de confiabilidad hacia nuestros futuros y actuales clientes.

Esta investigación encuentra su aplicación específica con la introducción de herramientas de producción, métodos de trabajo acompañantes los cuales brindarán solución a la problemática presentada, se compartirá este trabajo con futuros investigadores que trabajen ideas relacionadas en sus proyectos. Logrando así aumentar el rendimiento de los procesos del área.

Para el primer objetivo específico se propone desarrollo de las 5s en el área en cuestión, la cual traerá consigo grandes beneficios hacia la empresa y hacia el mismo colaborador de realizar de forma correcta su trabajo como establecer un mejor control y organización en el área.

Permitirá organizar de mejor manera idónea el área de trabajo y lograr prevalecer y mantener así el orden y limpieza del mismo, así como en los equipos de la empresa, logrando de esta forma poder reducir y optimizar tiempos muertos en el área de producción.

Ya que las áreas de trabajo se encontrarán mejor organizadas y las estaciones de trabajo estarán señalizadas respectivamente, con lo cual se evitará dejar equipos, materiales u herramientas fuera de su ubicación establecida.

Con la implementación de las 5S se obtendrá un mejor uso al espacio innecesario de las áreas, logrando reducirlos y mejorar al máximo, reduciendo así con esta manera incidencias laborales que se originan debido la inadecuada distribución del ambiente de trabajo y al desorden.

Así como también extender la vida útil de los mismos por otro lado, esto repercutirá en la optimización de los tiempos en producción logrando así poder aumentar la cantidad de piezas fabricadas y también lograr la reducción de tiempos entre procesos obteniéndose la mejora esperada e incrementar las ganancias.

Para el segundo objetivo específico se decidió optar por el desarrollo de la metodología SMED, la cual beneficiará con un gran ahorro en tiempo y optimización en el cambio de piezas, durante las paradas de línea las cuales suelen extenderse con frecuencia afectando directamente con el tiempo de manufactura de piezas en la línea.

Dado que toma un tiempo determinado realizar el cambio de piezas en máquina por diversos factores, se seleccionó esta metodología la cual ayudará a minimizar el tiempo en cuestión de tal forma de así poder realizar otras actividades que puedan agregar valor al proceso y así conseguir mejorar.

Con ello, se podrá tener la opción de contar con tiempo ahorrado en el cambio de piezas lo cual permitirá poder ser optimizado, así mismo esto también aumentará la capacidad instalada del área de producción de forma positiva.

Logrando así eliminar los posibles cuellos de botella ocasionados en el área de producción por sobretiempos en actividades que no generan valor al proceso. Es así existen empresas prestan un enfoque importante en su diseño y evaluación de procesos internos de manufactura.

Debido a que existen una mal organización y falta de procedimientos establecidos del personal al momento de realizar la operación antes mencionada, así como también la escasez de experiencia en dicha operación esta metodología apoyada con un estudio de tiempos nos ayudará y permitirá apreciar, así como evaluar los cambios antes durante y posterior de la aplicación.

En ese sentido, la empresa cuenta con la imperiosa necesidad en continuar con la mejoría de su eficiencia, replanteo y rediseño de sus procesos productivos, un mecanismo para lograr este propósito es emplear y aplicar herramientas de mejora como es la metodología SMED.

Esta mejora en consecuencia trae la eficiencia es el objetivo de este proyecto, la mejora de los procesos en la elaboración de piezas, logrando así cumplir con la exigencia de los clientes y/o consumidores, así mismo mejorar un ambiente de trabajo a los colaboradores en las áreas productivas.

Los cambios a lograr la meta, permitirá un mayor crecimiento y sentimiento de responsabilidad industrial, para trabajar en forma conjunta todas las áreas involucradas en la mejora progresiva y optimizar procesos en el área de producción.

En conclusión, la importancia de aplicar el sistema SMED, en la disminución e incluso eliminación de cuellos de botella en el proceso de manufactura, en consecuencia, promoverá el incremento de la productividad.

En el tercer pilar del objetivo específico se optó por el desarrollo de la metodología Lean, la cual nos permitirá y ayudará a mejorar el Lead time de entrega de las órdenes de fabricación, con lo cual beneficiará de forma óptima a la empresa con la reducción de tiempos en la entrega de órdenes.

Debido a que se cuenta con un alto índice de reclamos debido al incumplimiento de órdenes, así como también otros tipos de problemas como es el rotulado incorrecto de las cajas ocasionado por la falta de procedimientos y formatos establecidos para dicho proceso.

Esto genera que los clientes demoren con los pagos en órdenes a trabajar, ya que no se está generando la confianza adecuada con los plazos de entrega establecidos, es así que con la ayuda de esta metodología beneficiará de forma óptima a la empresa, ya que permite optimizar el tiempo de entrega de las órdenes y demás problemas en las órdenes los cuales generan sobre tiempos y gastos adicionales.

La disminución de tiempos en la entrega esto representa un fuerte para la organización, pero en su momento se dificulta minimizar tiempos de entrega ya que los pedidos eran de realizados por cantidades variables.

Es importante tomar acciones en base a estos problemas y poder así implementar mejoras para la reducción de los tiempos de entrega al cliente en la empresa con el objetivo de mejorar los flujos de la organización, mejorar las ventas y el servicio.

Es así que con lo mencionado con anterioridad se promueve el desarrollo de la aplicación de la metodología LEAN esta establecerá y mejorará, la gestión y la entrega con un óptimo flujo de procesos e información y en consecuencia la mejora de los tiempos entre procesos logrando impactar en la optimización de tiempos en entrega con el objetivo de que se logre un crecimiento óptimo y competitivo en el mercado para la organización.

Justificaciones del estudio

Justificación práctica

Bernal (2006), considera que: “Una investigación tiene justificación práctica cuando su desarrollo ayuda a resolver un problema o, por lo menos, propone estrategias que al aplicarse contribuirán a resolverlo” (p.104).

La presente investigación está justificada de forma práctica, ya que se propone una solución en el área de producción para lograr así optimizar el proceso de fabricación este estudio nos permite el uso de herramientas de ingeniería para contribuir a la mejora del proceso productivo. Con la aplicación de las 5S se reducen los tiempos en la etapa de producción y desempeño del trabajo a través de la organización, orden, limpieza, estandarización, etc. Así como la metodología *SMED* la cual nos ayudará a optimizar el tiempo ocupado por el cambio de piezas entre cada producto de la línea.

También con el desarrollo de *Lean* nos permite coordinar, controlar, establecer y reducir el tiempo de entrega adecuado sin afectar el flujo del proceso de producción. Esta investigación ahora también es una referencia para las aplicaciones de otras empresas.

Justificación teórica

Bernal (2006), detalla que: “En investigación hay una justificación teórica cuando el propósito del estudio es generar reflexión y debate académico sobre el conocimiento

existente, confrontar una teoría, contrastar resultados o hacer epistemología del conocimiento existente” (p.103)

Para la aplicación de Lean Manufacturing, las bases provienen de revisión de revistas científicas, publicaciones de proyectos de investigación y artículos científicos que permiten brindar explicaciones de los comentarios realizados.

Además, de utilizar el conocimiento metodológico como herramienta para la mejora en la productividad del área de manufactura en la empresa. Esto servirá como referencia para futuras investigaciones.

Justificación metodológica

Para Bernal (2006), “En la investigación científica, la justificación metodológica del estudio se da cuando el proyecto por realizar propone un nuevo método o una nueva estrategia para generar conocimiento válido y confiable” (p.104).

El estudio se aprecia de forma metodológica, ya que promueve así uso de herramientas *Lean Manufacturing* en el área de producción lo cual se lleva a cabo de acuerdo con la metodología indicada en la teoría correspondiente. Esto generará un nuevo conocimiento que será válido y confiable en varios aspectos. Podrá ayudar a resolver problemas de tiempo y rendimiento en más empresas de la misma industria.

Justificación económica

Según Fernández (2020), “Algunas investigaciones de carácter práctico están orientadas a que algún producto derivado de la misma pueda ser comercializable o ayude a incrementar las ganancias de una empresa” (p. 8).

Desde la perspectiva económica, para este el estudio se logrará acortar el tiempo de producción y así contar con mayor efectividad para elaborar más productos e incrementar la capacidad de fabricación de piezas, lo cual refleja un impacto fuerte en las ventas de la organización.

Justificación social

“La relevancia social debe responder a una serie de preguntas que en resumen determinen el alcance o proyección social que tiene la investigación.” (Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M., 2014, p. 40).

Con respecto a la justificación social, el impacto que tendría el presente estudio es que ayudará a optimizar el proceso de entrega de las ordenes mejorando el nivel de satisfacción y cumplimiento de las ordenes, en las fechas acordadas desde un inicio sin lugar a una extensión o modificación de fecha logrando así cumplir con lo establecido con el cliente.

Justificación ecológica

Con respecto a la justificación ecológica el impacto con el presente estudio es que todos los residuos generados en la fábrica serán clasificados según su origen así podremos separar la viruta metálica de los plásticos entre otros desperdicios y poder así formar una cultura de reciclaje en la empresa y poder transferirlo hacia otros usuarios que puedan darle un segundo uso.

Justificación Legal

El presente trabajo cuenta con justificación legal, debido a que este cumple con los mínimos requerimientos necesarios de seguridad para lograr realizar correctamente sus funciones y garantizar la calidad de sus productos.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Marco Histórico

A principios del siglo XVIII, los tejidos estampados allanaron el camino para la producción en masa en la industria textil, que fue de las primeras en automatizar procesos que antes se hacían manualmente. Las técnicas de fabricación de una herramienta fueron desarrolladas más tarde por los griegos, y esto allanó el camino para la Revolución Industrial, donde también se revolucionó la extracción del carbón.

Mientras tanto, los principios de Lean Manufacturing surgieron a finales del siglo XIX por cortesía de Sakichi Toyoda, fundador del Grupo Toyota. Con una mente inventiva, el Sr. Toyoda ideó una herramienta para identificar percances en las máquinas de tejer y notificar a los trabajadores a través de una señal cuando se rompa un hilo.

Lean Manufacturing surgió gracias a la incorporación de principios de ingeniería y la afluencia de nuevos términos lean. Se usó la palabra “Lean Manufacturing” se empezó a decirse así en los días dorados de la fabricación de vehículos en masa en los Estados Unidos y se terminó en 1976 a consecuencia de la bancarrota.

Según Quijada, J.A.B. (2019), “El Lean Manufacturing tiene su origen en la industria del automóvil japonesa, específicamente en la marca Toyota. Entre los años 1950 y 1963. La metodología Lean Manufacturing no solo se queda implementada en un entorno industrial, sino que también es aplicable en varios sectores como sanidad, servicios, producción, procesos y aplicada en recursos como costos y tiempo.

El sistema de Lean Manufacturing se creó a la demanda de poca producción en masa la cual no funcionaba en japon y se necesitaba un sistema adecuado a las circunstancias concretas del país. Japón siendo un país devastado por la 2da Guerra Mundial, Tenía una alta escasez de recursos esto forzó a replantearse e innovar los cuales se vieron reflejados en la disminución de sus altos costos y así es como empezó su desarrollo para convertirse en la potencia que es hoy en día” Pg. (13).

Según Socconini, L. (2019), “Está la metodología fue iniciada por Sakichi toyoda y su hijo Kiichiro Toyoda, Quienes contribuyeron con herramientas como jidoka y jit, herramientas que contribuyen en la calidad con un proceso más automatizado por eso son considerados pilares muy importantes en pensamiento Lean Manufacturing” Pg. (14,15)

Según Umba, N, Dura,J. (2017), “ Un pensamiento enfocado en reducir costos, eliminar todo desperdicio, aumentar la productividad , aumentar calidad y como resultado te entregará beneficios económicos para la empresa. Así eliminado actividades que no agregan valor a los clientes” Pg. (25).

Según Womack & Jones. (2003). A finales de la década de 1940, Japón estaba en medio de una recesión económica. Debido a que las ventas de automóviles se desplomaron y Toyota Motor Corporation se vio obligada a despedir a numerosos empleados.

Las dificultades de la empresa son menores a consecuencia de ello: baja capacidad de producción, escasez de materias primas, pocas fuentes de capital e imposibilidad de vender los productos producidos en el corto plazo. Dos ingenieros de Toyota en los años 1950 Toyoda Eiji (sobrino de Kiichiro) y Ohno Tainaga, conocido como el padre de la manufactura esbelta, visitaron compañías automovilísticas estadounidenses, revisaron las ideas originales de Ford en Detroit y observaron cambios en el sistema de fabricación producción y desperdicio. Así nació el sistema de producción de Toyota.

El objetivo es eliminar todos los elementos innecesarios del área de producción que traerá como consecuencia reducir costes, mejorar la calidad y satisfacer los requisitos del cliente. Por este motivo, el lean Manufacturing incluye diversas técnicas que tienen como objetivo conseguir una producción libre de errores a través de la mejora continua y la mayor calidad posible. Algunos de ellos están relacionados con incrementar la eficiencia, mejorar la productividad y eliminar errores durante los procesos de producción como, por ejemplo: Justo a tiempo (JIT) y métodos de mejora.

Además, también se incluyen métodos que ayudan a aumentar la productividad en el lugar de trabajo, como los métodos in situ o los métodos automatizados, que también están diseñados para evitar la transferencia de defectos de una operación a otra. Hasta ahora, se han logrado grandes resultados en diversas industrias, como Kanban, Muda, Poka Yoke, 5S y trabajos de estandarización.

Todo el conjunto de tecnologías comenzó a crear la filosofía de manufactura esbelta que, a partir de 1973, mejoró a Toyota en relación con sus rivales de la industria que demostraron una ventaja competitiva en ese momento.

Pensamiento Lean Fue entonces cuando el sistema de gestión de Toyota llamó la atención de otras empresas japonesas y del resto del mundo, ya que siguió logrando buenos resultados incluso durante la crisis del petróleo de 1973. Se hizo popular después de la publicación de *La máquina que cambió el mundo* (1990) de James P. Womack, Daniel Ruth y Daniel T. Jones.

"Lean Production" o "Lean Manufacturing". En el libro se describe como Producción Toyota (TPS) y le da un nombre conocido. Lean es un término inglés con varias definiciones, pero los significados cubiertos en este estudio son delgado, delgado, pobre o escaso.

En el libro “Lean Thinking”, volumen posterior publicado en 1996, (Womack y Jones, 2003) Debido a que los conceptos Lean eran aplicables a una variedad de áreas más allá de la manufactura, Jones amplió el alcance del nombre original a "Lean Management". Los autores describen la implementación exitosa de estos modelos en otras industrias, algunas de las cuales pueden figurar entre las más prósperas del mundo. Además, enfatizan que “lean” no es sólo otra palabra de moda o una solución a corto plazo, sino que dicen que el pensamiento lean es una nueva forma de pensar y administrar una empresa que es beneficiosa para todas las partes interesadas, de empleado a empleado. CEO de primera línea. En este sentido, los autores propusieron 5 principios lean como parte del modelo (Womack & Jones, 2003):

Especifique el valor para el cliente por la línea de productos, Identifique todos los pasos en el flujo de valor para cada línea de productos y elimine tantos pasos como sea posible que no creen valor

La idea del pensamiento lean es maximizar el valor para el cliente y minimizar el desperdicio. En otras palabras, "lean" significa utilizar menos recursos para crear más valor para los clientes. Por lo tanto, “los principios de este enfoque se basan en la reducción o eliminación continua de pérdidas, y para lograr este objetivo es necesario producir exactamente lo que los clientes necesitan, cuando lo necesitan. Cuanto más se aleja una organización de estos principios, más se vuelve menos productivo”.

Escritores modernos como Socconini (2019) informan que los desafíos de implementar servicios lean son mayores que los de la manufactura porque en las empresas de servicios la experiencia vivida creó un cliente feliz que siempre recuerda. Volviendo a los orígenes de este concepto, 1998 aparecieron dos autores, Bowen y Youndahl, considerados los padres de los servicios lean, que analizaron 3 estudios de caso de Taco Bell basándose en los artículos de Levitt (1972, 1976), Southwest Airlines y Shoudice. Hoteles. Con base en la investigación realizada, los autores afirman que el éxito de estas organizaciones se basó en la adopción y aplicación de herramientas de manufactura esbelta en un entorno de servicios (concepto que aún no existía en ese momento). "Servicio ajustado"

En la Tabla 3, una adaptación de la Propuesta de Bowen y Youndahl para la Aplicación de Lean Manufacturing en Servicios. En esta imagen, adaptada de Bowen y Youndahl, se presenta la transferencia formal de los conceptos de Lean Manufacturing a los servicios. Aunque aún no se mencionan herramientas específicas de Lean Service, se pueden identificar algunas características

destacadas en el artículo, como Justo a Tiempo, organización del Layout, empoderamiento, establecimiento de valor para el cliente, entre otros.

Tabla 3 *Características de lean service.*

Característica de “Lean” Service	
Reducción de las compensaciones de rendimiento.	Objetivos de operaciones de eficiencia enfocada internamente y flexibilidad definida por cliente
Flujo de producción y “Pull” JIT	Minimizar el tiempo de preparación, permitiendo un flujo más suave. Niveles de Jit tanto para las entradas y salidas del proceso
Orientación a la cadena de valor	Aplicar planos de servicio y análisis de valor para eliminar actividades sin valor agregado.
Incremento de enfoque al cliente y entrenamientos.	Involucrar al cliente en el diseño del paquete de servicios. Capacitar a los empleados habilidades y comportamientos de servicios al cliente. Capacitar a las clientes sobre como contribuir al servicio de calidad.
Empoderamiento de los trabajadores	Invertir significativamente en empleados (Habilidades, trabajo en equipo, participación). Capacitar a los empleados para aprovechar la ecuación de valor de clientes (beneficios divididos por precios y otros costos).

Nota: Fuente: Carbajal & Gonzales (2020, p.19)

Existen principios de Lean que se pueden aplicar a cualquier industria, entre ellos: la creación de valor a través de la orientación al cliente, la identificación de la cadena de valor, el establecimiento de un flujo continuo, la implementación de un sistema de tracción y la búsqueda de la perfección. Por lo tanto, es importante que las industrias de servicios comprendan todas estas herramientas y las utilicen de acuerdo con su realidad y cultura empresarial.

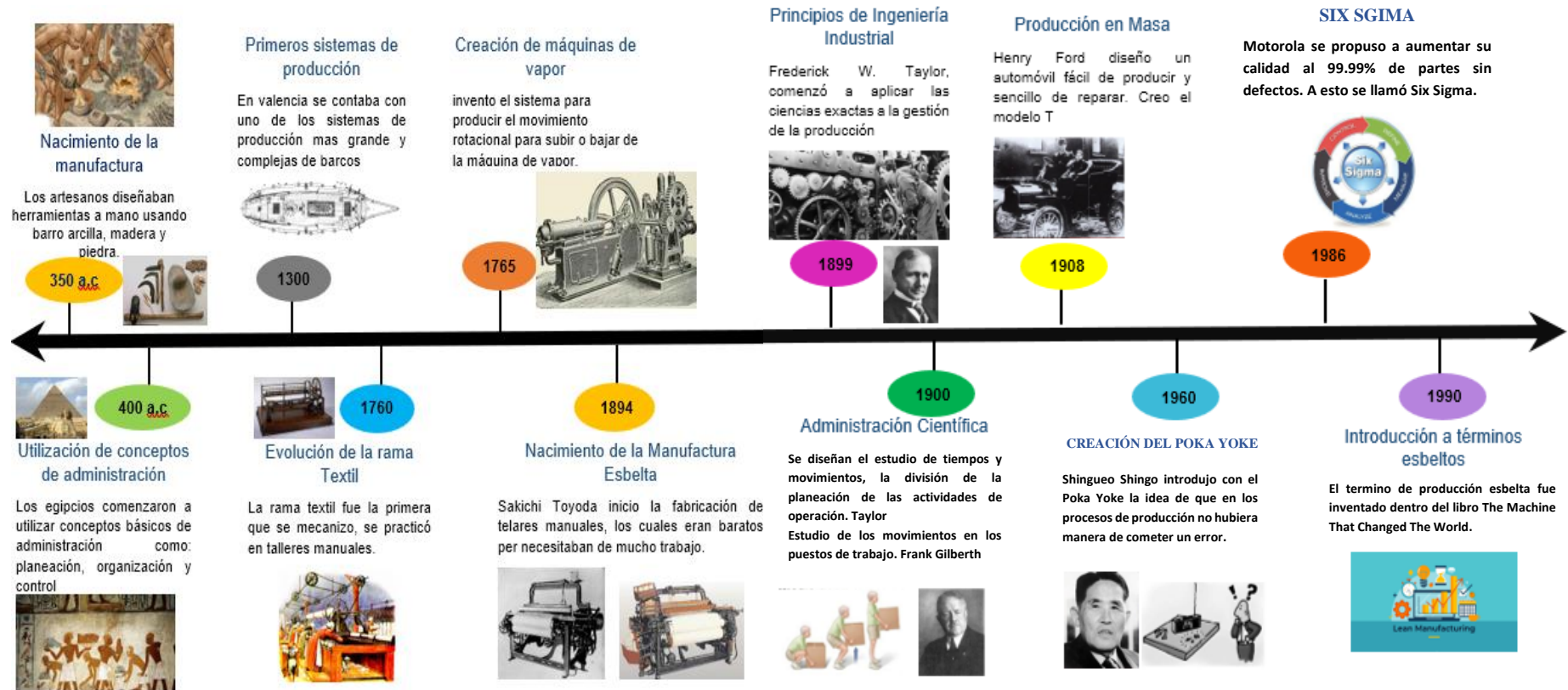
Max Allway y Stephen Corbett definieron cinco fases que una empresa debe atravesar al implementar la filosofía de lean service en su organización. Estas fases son las siguientes:

1. Evaluación del estado inicial: Comienza con la elaboración de un diagnóstico corporativo para reconocer los desperdicios e identificar oportunidades. Es necesario realizar un mapeo del flujo del proceso, definir los recursos y costos directos para cada etapa, medir el tiempo y evaluar la efectividad de los procesos.
2. Determinar el estado objetivo: Después de evaluar el estado inicial, es necesario definir el estado deseado relacionado con la visión y objetivos estratégicos de la compañía. Se utilizan indicadores de rendimiento (KPI) para establecer metas medibles en cada área.

3. Estabilización de operaciones: Se evalúa la dirección de las operaciones y se corrige el rumbo para estabilizarlas antes de implementar mejoras. Se deben encontrar las causas raíz de los problemas, lo que podría resultar en un cambio en la medida del rendimiento.
4. Optimizar oportunidades: Se busca mejorar el diseño físico y el flujo. Se utilizan herramientas para mejorar la distribución del layout y takt time, que permiten asegurar un flujo continuo de materiales, personas e información. Esto incluye desde el rediseño del layout en plantas u oficinas hasta una reestructuración del organigrama.
5. Institucionalización de la filosofía lean: Se busca incluir el concepto "Lean" en la cultura de la organización a través de la mejora continua. Se debe materializar en la reducción de costos, brindando servicios con mayor calidad y estar más cerca de cumplir los objetivos propuestos. Se recolectan y sintetizan aprendizajes relevantes, monitoreando la conducta y promoviendo la comunicación de los resultados a toda la organización.

En la Figura 16 se muestra una línea de tiempo detallada de la evolución del Lean Manufacturing a lo largo de la historia.

Figura 16 Línea de tiempo de Lean Manufacturing.



Nota: Elaboración propia.

2.2 Investigaciones relacionadas con el tema

Antecedentes nacionales

Córdova, F. (2013), “Mejoras en el proceso de fabricación de spools en una empresa metalmeccánica usando manufactura esbelta”. En su tesis para obtener su título profesional de ingeniero industrial. Universidad Pontificia Universidad Católica. Lima-Perú. En su investigación, el autor presenta algunas de sus propuestas a través de una exhaustiva investigación. La amplificación de la capacidad a través de procesos simplificados es nuestro principal objetivo. Nuestros esfuerzos están dirigidos a aumentar la productividad mejorando la eficiencia de las operaciones de la planta. Utilizar métodos oportunos para minimizar los procesos que inducen demoras.

Las herramientas requeridas para Lean Manufacturing o manufactura esbelta podrían incluir una variedad de cosas. Estos se pueden utilizar para minimizar cualquier paso innecesario en el proceso de producción, así como para aumentar la eficiencia.

Los ejemplos comunes de estas herramientas incluyen tableros Kanban y metodología 5S. Existen muchos beneficios al incorporar estas herramientas en una planta de fabricación. Estos beneficios podrían incluir una mayor calidad, menores costos de producción y tiempos de entrega más rápidos. Al implementar herramientas de Lean Manufacturing manufactura esbelta, una empresa podría sacar lo mejor de sus empleados mientras crea un ambiente de trabajo más seguro

En resumen, el enfoque propuesto por los autores no sólo representa un cambio en la forma en que se llevan a cabo las operaciones de fabricación, sino que también destaca el potencial transformador para crear un entorno de producción más eficiente y sostenible. La adopción de herramientas de fabricación ajustada no sólo representa una mejora en la eficiencia de las operaciones de fabricación, sino que es un catalizador para mejoras generales en la calidad, la rentabilidad y la seguridad en el lugar de trabajo. Este enfoque transformador es fundamental para seguir siendo competitivo en un mercado cambiante y contribuir al desarrollo sostenible de la industria manufacturera.

Anibar. (2016), “Aplicación de Lean Manufacturing para obtener mejora de la productividad en una Empresa Manufactura”. En su tesis para obtener su título profesional de ingeniero industrial. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima-Perú. En su investigación se aplicó de forma correcta una metodología que ayuda a aumentar la productividad en una empresa, ya que consigue duplicar el flujo de la producción inicial conduciendo al éxito a la empresa. Lean Manufacturing abarca muchas

herramientas que optimizan los procesos productivos a través de la reducción de todo tiempo de desperdicio.

Vale la pena señalar la efectividad de la manufactura lea no radica solo en la implementación de herramientas específicas (como las metodologías Kanban y 5S), sino también en la comprensión profunda y la adaptación de estas herramientas a las necesidades específicas de la empresa. Este enfoque no es estático; es un proceso dinámico que requiere un compromiso continuo de mejora y adaptación a medida que cambian las condiciones del mercado y las necesidades de los clientes.

En resumen, la aplicación correcta de métodos de manufactura esbelta no es sólo un medio para mejorar la productividad, sino también un medio para mejorar la eficiencia de la producción. Es el catalizador que impulsa a una empresa al éxito al duplicar el flujo de producción. Este enfoque estratégico no sólo optimiza los procesos actuales, sino que también sienta las bases para una cultura empresarial ágil centrada en la mejora continua, lo cual es crucial en un entorno empresarial dinámico y competitivo.

Arroyo, N. (2018), “Implementación de Lean Manufacturing para el mejoramiento de la producción de una empresa metalmecánica”. En su tesis para obtener su título profesional de ingeniero industrial. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima - Perú. En su investigación, el autor presenta que, para mejorar el sistema de producción, el enfoque del estudio fue alcanzar una meta específica. La rentabilidad de la metalurgia fue un reflejo del tipo de investigación empleado. La configuración no experimental de la metodología cuantitativa se puede describir en detalle. El sistema de producción implicaba la población de procesos, interceptando en su totalidad. La muestra de análisis fue de los procesos más críticos, la del proceso. Se utilizó como técnica la observación de carácter participativo. Los informes sobre las actividades de producción sirvieron como herramientas principales para recopilar datos. Los tiempos de fabricación, el tiempo de entrega de los suministros y la productividad diaria se entrelazan en los objetivos de productividad. Se utilizaron tablas para analizar los datos recopilados de cada empresa.

También utiliza herramientas visuales como diagramas de bloques, estadísticas y diagramas de Pareto para demostrar enfoques analíticos. Estas herramientas no solo brindan una representación visual clara de sus datos, sino que también lo ayudan a identificar fácilmente áreas críticas que requieren atención inmediata, tomar decisiones informadas e implementar estrategias de mejora efectivas. En conjunto, la metodología utilizada por los autores representa un enfoque complejo y estratégico para resolver

problemas en los sistemas de producción. Desde una cuidadosa selección de población y muestra hasta el uso de herramientas analíticas avanzadas, este estudio demuestra no solo la importancia del propósito, sino también la efectividad de los métodos utilizados para mejorar significativamente la rentabilidad metalúrgica.

Antecedentes extranjeros

Abril, David Felipe. (2013), “Propuesta del sistema Lean Manufacturing en la fabricación de gabinetes para refrigeradores en las empresas induma-induglob 21 S.A”. En su tesis para obtener su título profesional de ingeniero industrial. Universidad Cuenca. Cuenca – Ecuador. La aportación de esta investigación a mi trabajo de tesis es que me enseña a hacer un seguimiento continuo a los procesos con mayor deficiencia en una empresa, todos los procesos se pueden analizar, controlar y mejorar así que todo proceso se puede mejorar siempre y cuando quieran elevar sus resultados.

Con la aplicación en mente, la investigación se centrará en desarrollar propuestas de mejora. La implementación de técnicas de Lean Manufacturing es ampliamente utilizada en la fabricación de refrigeradores. Para maximizar la producción, garantizar la entrega oportuna de los productos e incrementar eficiencia en general del proceso productivo, se deben tomar medidas para incrementar el flujo del proceso de manufactura. La satisfacción de los clientes es un aspecto vital en cualquier negocio. Tomando dos modelos, la investigación determinó que la implementación ocurriría

Este modelo puede ser aplicable en un sistema de indicadores que permita llevar el control y registro de OP ingresadas y culminadas. Dando como resultado la optimización del lead time de entrega de M.P.

En conclusión, la aportación de este estudio no se limita sólo a identificar áreas de mejora, sino que se extiende a establecer recomendaciones prácticas y aplicables en el ámbito de la fabricación de electrodomésticos. Este enfoque integrado tiene como objetivo no sólo resolver problemas inmediatos, sino también sentar las bases para un ciclo de mejora continua que aumente el desempeño general de la empresa en un mercado dinámico y competitivo.

Benavides,R. (2020), “Propuesta de un modelo de Lean Manufacturing para empresas de servicios de la industria forestal”. En su investigación para optar por el grado profesional de Mg. Industrial y de sistemas. Universidad del desarrollo. Cocepción – Chile. La aportación de esta investigación a mi trabajo de tesis es el ejemplo de la aplicación de Lean Manufacturing a la organización y de la manera como soluciona los

posibles inconvenientes que se van presentando, logrando así prevenir y evitar futuras incidencias.

Me enseña sobre la estructura organizacional con los roles y funciones de cada colaborador, una práctica que se podría aplicar en la empresa piloto de electromecánica silva S.A.C.

Me enseña a mantener la motivación y el enfoque del personal lo cual me ayudaría a minimizar tiempo en producción de las piezas en la empresa.

Además, este aporte proporciona información importante sobre la motivación de la fuerza laboral y la gestión de la atención, que son factores importantes para optimizar la producción de piezas en las empresas metalúrgicas.

Este conocimiento profundo no sólo demuestra la eficiencia operativa, sino que también proporciona estrategias claras para reducir significativamente el tiempo de producción, lo cual es esencial en un entorno empresarial competitivo.

En conclusión, este estudio contribuye no sólo a la literatura académica sobre Lean Manufacturing, sino también al entorno empresarial, especialmente a Electromecánica Silva S.A.C.

Proporciona herramientas prácticas y conocimientos valiosos que se pueden aplicar directamente a la empresa como, por ejemplo: Este enfoque integral para implementar y gestionar la fabricación ajustada promete no sólo afrontar los desafíos actuales, sino también proporcionar una base sólida para la mejora continua del mañana.

2.3 Estructura teórica y científica que sustenta el estudio

Metodología 5s

Sacristán. (2005), Describe qué 5S es una herramienta de gestión Lean que se utiliza para mantener. Desarrolla y mantiene trabajos de calidad de origen japonés. La compañía Toyota dio a luz la metodología 5S en la década de 1960. Con la intención de realzar el entorno, se realizan diversas actividades. Para contar un ambiente ideal de trabajo bien organizado, ordenado, limpio, debemos asegurarnos de priorizar nuestras condiciones de trabajo. un entorno eficaz y de alto rendimiento para mejorar el calibre general de la empresa. A continuación, se aprecia la clasificación de las 5S ver Tabla 4.

Tabla 4 Tabla 5 S.

5's	LIMPIEZA INICIAL	OPTIMIZACION	FORMALIZACION
	1	2	3
ORGANIZACIÓN (SEIRI)	Separar lo que es útil de lo inútil	Clasificar las cosas útiles	Revisar y establecer las
ORDENAR (SEITON)	Tirar lo que es inútil	Definir de la manera de dar	Colocar a la vista las normas así
LIMPIAR (SEICO)	Limpieza de las instalaciones	Localizar los lugares difíciles y	Buscar las causas de suciedad y
ESTANDARIZAR (SEIKETSU)	Eliminar lo que no es higiénico	Determinar las zonas sucias	Implementar la limpieza
DISCIPLINAR (SHITSUKE)	Acostumbrarse a aplicar las 5s y repetir los procedimientos en el trabajo		

Nota: Datos proporcionados por la empresa objeto de estudio

Es una metodología la cual parte de un determinado origen del japonés la cual forma parte del grupo de técnicas de Lean.

Para la presente se denominó de aquella forma en un inicio por lo que está comprendido de cinco fases provenientes del lenguaje japonés las cuales en general dan inicio con la letra "S", estas son las siguientes:

- Seiri (Clasificación)
- Seiton (Ordenar)
- Seiso (Limpiar)
- Seiketsu (Estandarización)
- Shitsuke (Disciplina)

Para Borrayo (2008) la metodología 5s se define de la siguiente manera: Las herramientas de las 5s tienen como finalidad clasificar los elementos de trabajo, listando los componentes necesarios e innecesarios dentro de cada zona, que se basa en observaciones directas y encuestas que se realiza por parte del trabajador con el fin de conocer su ambiente laboral, ponerlo en orden y tratar de mantener dicho orden para mantenerlo limpio y seguro. Par lograrlo se debe estandarizar las actividades y la establecer una disciplina de las personas involucradas (p.57, anexo 2).

Objetivos

Como parte de los objetivos planteados de las 5s tenemos los siguientes:

- Mantener y establecer la mejora continua dentro del entorno, orden y limpieza.
- Eliminación de desechos que no sirven.
- Brindar un entorno y ambiente seguro a los colaboradores.
- Reducción de tiempos improductivos.
- Incentivar el trabajo en equipos.
- Incrementar la responsabilidad de los empleados.
- Reducción de gastos .

Fases de la metodología 5s

Seiri – Clasificación

Dentro de la fase inicial la cual se enfoca en distinguir y seleccionar materiales imprescindibles para el área, y la secuencia de actividades correspondientes. Es decir, las cosas que no agreguen en lo absoluto algún tipo de valor al proceso procederán a ser etiquetado como innecesario tomando la decisión si se separara o bota. Logrando mediante la siguiente forma que el personal tenga las herramientas de trabajo que realmente necesita.

Para Méndez (2019) define al Seiri de la siguiente forma: “Clasificar cada objeto como necesario o innecesario. Liberar espacio al desechar lo innecesario (o reusarlos)” (p. 2).

“Clasificar es el acto de quitar y desechar todos los artículos innecesarios de un área de trabajo” (Ortiz, 2016, p. 23).

Si existe un lugar de trabajo con falta de orden, acopio excesivo de materiales que no aportan valor dentro del flujo del proceso es esencial contar primordialmente con lo que se usa con un mejor alcance esto genera que el operario pierda la perspectiva y pierda la desmotivación por su trabajo, y que no se realicen de forma óptima las actividades, lo cual no permite una visión amplia del área de trabajo, etc. Para iniciar esta fase se tienen que responder las siguientes interrogantes:

- ¿Cuáles instrumentos no se utilizan con frecuencia y cuales se pueden separar?
- ¿Cuáles objetos son frecuentemente y deberían ser agrupados en un lugar adecuado?
- ¿Qué tiempo lleva sin utilizar el instrumento?

Implementación

Aplicar un sistema de alerta en paralelo cuando se lleva a cabo la etapa de selección.

-Lista de elementos innecesarios: “Para aplicar la primera S se debe diseñar, es decir en la fase de preparación, una lista con los objetos innecesarios ya que permitirá tener un registro de la ubicación, cantidad, causa y acción requerida para cada elemento” (Mateus, 2010).

- Tarjetas de color: “Indican o "denuncian" que en el lugar de trabajo existe un elemento innecesario y se debe tomar una acción adecuada para desechar” (Mateus, 2010).

Por último, se registra cada tarjeta empleada en la lista de elementos innecesarios para realizar seguimiento. Finalmente, en la reunión 5s se toman las disposiciones para cada elemento identificado. Algunas acciones son sencillas, como por ejemplo guardarlo en otro sitio, desecharlo si es de bajo costo y no es útil o moverlo a un almacén. (EUSKALIT, 1997).

Criterios para asignar tarjetas de color

-Basura y chatarra (tirar o reciclar). Lo cual no cuenta con sentido, etiquetar la basura con etiquetas rojas, pero de todos modos debe etiquetarse para ser eliminado.

-Innecesario, para nunca volver. Esta categoría tiene la mayoría de las etiquetas rojas.

-Artículos de bajo uso. Se clasifica con una tarjeta roja a estos elementos, porque son esenciales, pero no son de uso cotidiano, los cuales se utilizan en períodos de tiempo más largos. Asimismo, se los ubica en una pila separada asegurando que cuando se organicen estén separados de los artículos de uso diario. (Ortiz, 2016, p. 24).

A continuación, se presenta el formato a utilizar de tarjeta roja en la Figura 17 con la cual se realiza la clasificación de objetos según la frecuencia de uso.

Figura 17 Formato de la tarjeta roja.

The image shows a red rectangular card with rounded corners. At the top center, there is a white rectangular box. Below it, the text "TARJETA ROJA" is written in bold, black, uppercase letters. Underneath, there are four lines of text: "FECHA:", "ÁREA:", "ITEM:", and "CANTIDAD:". Below these is the word "ACCIONES" in bold, black, uppercase letters. Under "ACCIONES", there are four radio buttons, each followed by a bold, black, uppercase action: "ELIMINAR", "REUBICAR/ TRASFERIR", "REPARAR", and "RECICLAR". At the bottom, the word "COMENTARIO" is written in bold, black, uppercase letters. Below "COMENTARIO", there are two horizontal lines for writing.

Nota: Méndez A

Herramientas del Seiri

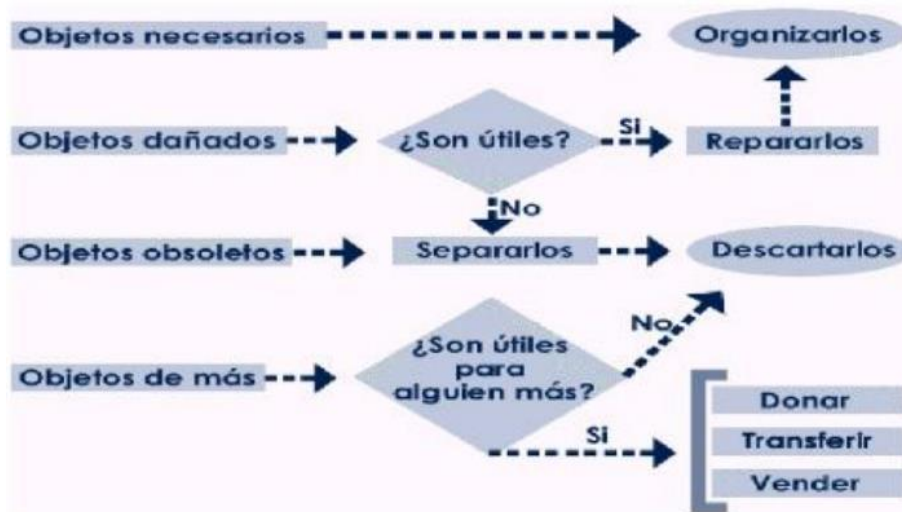
La Fase de Seiri y su Herramienta Principal

En la fase de Seiri, la herramienta más utilizada es la hoja de verificación, también conocida como checklist. Esta herramienta se presenta en un formato de tabla donde se registran y compilan datos de cada elemento. Los objetivos principales de Seiri son:

- Tener a mano sólo lo que se necesita.
- Permitir mejor visibilidad de los materiales, máquinas, insumos, etc.
- Erradicar la costumbre de acumular objetos innecesarios.
- Eliminación de desperdicios.

A continuación, la Figura 18 ilustra un diagrama de flujo para la clasificación de objetos, que indica los pasos necesarios para cada tipo de elemento.

Figura 18 Línea Diagrama de Flujo para la clasificación.



Nota: Succonini & Barrantes, 2020.

Seiton – Orden

La fase de Seiton, según Villaseñor y Galindo (2017) Para definir la fase de Seiton, Villaseñor y Galindo (2017) explican que el orden es esencial para la organización de todos los elementos y objetos necesarios. De esa forma, será más fácil identificar, utilizar y devolver el material requerido. Además, el objetivo principal de Seiton es crear un ambiente laboral reconfortante para el trabajador y que tenga una buena imagen para los visitantes.

Según Ortiz (2016), "poner en orden es el acto de crear ubicaciones para todos los elementos esenciales necesarios en el área de trabajo. Es el acto de organizar lo que se necesita para que sea fácilmente identificable en un lugar designado" (Ortiz, 2016, p. 31).

Implementación

Se establecen procedimientos viables para que sean realizados por el mismo personal.

“Controles visuales: Un control visual se utiliza para informar de una manera fácil los siguientes temas: un sitio donde se encuentran los elementos, los estándares sugeridos para las actividades a realizar en equipo o en un proceso de trabajo” (Mateus, 2010, p.104).

“Los controles visuales están relacionados con los procesos de estandarización. Un control visual es un estándar representado a través de un elemento gráfico o físico, de color o numérico y muy fácil de ver” (Mateus, 2010, p.104).

“La estandarización se transforma en gráficos y estos se convierten en controles visuales. Cuando esto sucede, solo hay un sitio para cada cosa y podemos decir de forma inmediata

si una operación particular se está ejecutando de manera normal o anormal” (Mateus, 2010, p.104).

-Mapa 5S: “Es un gráfico que muestra la ubicación de los artículos que pretendemos ordenar en un área del lugar de trabajo. Muestra la ubicación de herramientas, elementos de seguridad, extintores, estaciones de lavado de ojos, pasillos de salida, entre otros” (Mateus, 2010).

-Marcación de la ubicación: “Se debe definir una manera de identificar esas ubicaciones, por ello esto permite que todos sepan cuántos artículos hay en cada lugar; para esto se utilizarán: etiquetas de ubicación, letreros y tarjetas, nombres de los espacios, procedimientos estándares, entre otros” (Mateus, 2010).

- “Marcación con colores: Método para identificar la localización de puntos. La marcación con colores se utiliza para crear líneas que señalen la división entre áreas de trabajo, movimiento, seguridad y ubicación de materiales” (Mateus, 2010, p. 105).

- “Codificación de colores: Se usa para señalar las piezas, las herramientas, las conexiones y el sitio donde se aplican” (Mateus, 2010, p. 105).

- “Identificar los contornos: Se usan dibujos o plantillas de contornos para indicar la colocación de herramientas, las partes de una máquina, los elementos de aseo y limpieza, entre otros útiles de oficina” (Mateus, 2010, p. 105).

Herramientas de Seiton

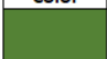





Herramientas para una Implementación Exitosa de la Fase de Seiton
En la fase de Seiton, existen tres herramientas esenciales que se pueden utilizar para asegurar un mejor desarrollo e implementación.

- Etiquetas de código de color

Esta herramienta asigna a cada equipo, herramienta y objeto una etiqueta con un color específico que indica su propósito. Utilizando la menor cantidad de colores posibles para que sea más fácil recordar su significado, la empresa DuraLabel ha estandarizado los códigos de colores, como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5 Código de colores estandarizados

5s Código de colores estandarizado

Color	Significado	Descripción
	Seguridad	Equipos de seguridad, primeros auxilios, carteles de seguridad, contenedores de reciclado, salidas.
	Equipos e inventarios	Máquinas, líneas y señales para inventario, puntos de inspección, avisos, conformidad OSHA
	Estándares	Protecciones para maquinaria, pasillos, estándares de operación, pasamanos, barreras de protección
	Defectos e incendios	Contenedores para desechos, ubicación de los equipos contra incendios, tubería de los rociadores
	Administración total del proceso	Herramientas para reparación, materiales para la administración total del proceso, limpieza
	Estantes y almacenaje	Estantes, almacén, tarimas de plástico

Nota: DuraLabel

Señalización

Rojas y Salazar (2019) indican:

Una vez establecido el mejor lugar, es muy importante establecer un método para identificar las mismas de manera que cada trabajador pueda localizar lo que necesite, y cada cuanto tipo de objeto pueda encontrar en ese sitio. Por lo que se utilizan: Señales de ubicación, carteles y etiquetas, puestos rotulados, señalización de zonas de trabajo, ubicación de guardado de materiales, áreas de la maquinaria, herramientas de higiene y seguridad (p.24).

Hojas de verificación

Villaseñor y Galindo (2016)

La fase de Seiton, al igual que la fase de Seiri, utiliza la hoja de verificación, como se muestra en la tabla 5. Los objetivos principales del Seiton son:

- Reducción de los tiempos muertos.
- Disminución de las pérdidas económicas.
- Reducción de las paradas de maquinaria y equipos.
- Disminución del exceso de material.
- Disminución de las pérdidas en la materia prima.

Seiso – Limpiar

Enfocándonos en mejorar la estética, Al mismo tiempo prevenir pérdidas y accidentes causados por la suciedad.

Para Quesada y Fernández (2014) indican que “El seiso consiste en reconocer y descartar el origen de la suciedad logrando con esto un perfecto estado operativo” (p.64).

“La limpieza se relaciona estrechamente con la habilidad para producir productos de calidad. La limpieza incluye ahorrar tareas encontrando modos de evitar que la suciedad, el polvo, y las limaduras se acumulen en la estación de trabajo” (Hirano, 1996, p. 18).

Implementación

Según mateus (2010). Implementación de Limpieza: Acciones Clave para una Implementación Efectiva

La limpieza y el orden son fundamentales para lograr una implementación eficiente de las 5S. El proceso de limpieza debería incluir los siguientes aspectos:

- Áreas Físicas: Muros, ventanas, pisos y otros.
- Elementos de Trabajo: Inventarios, herramientas, instrumentos, etc.
- Máquinas y Equipos.

Jornada de Limpieza: Por lo general, las empresas realizan actividades de limpieza y organización como primer paso en la implementación de las 5S. El primer paso para empezar es retirar los elementos innecesarios. Aunque esta limpieza no sea completa, es un buen inicio y preparación para una limpieza duradera. Esta "limpieza rápida" ayuda a mantener el estándar de durabilidad del equipo.

Las acciones de esta S deberían ayudar a mantener los estándares alcanzados el primer día. Las actividades ayudan a los ejecutivos y empleados a participar en el proceso de implementación. Este hábito motiva y concientiza a los trabajadores para mantener y conservar la limpieza

Planificación del Programa de Limpieza: El responsable del área asigna un programa de limpieza; si se trata de un equipo espacioso, será necesario dividirlo y asignar responsabilidades a cada trabajador. Esto se debe registrar en un gráfico, la cual muestre la responsabilidad de cada persona

Elaboración del Instructivo de Limpieza: Además de la tabla de tareas por áreas, esta debe incluir elementos de limpieza, frecuencia y tiempo especificado para esta tarea. Estas actividades realizadas durante el trabajo deben incluir inspecciones previas y al final de cada turno; es importante establecer tiempos para que estas sean rutinarias. Además, suelen encontrarse en organizaciones que han dado grandes pasos en el desarrollo del mencionado "mantenimiento autónomo". Estos criterios fueron asimilados por el operador porque recibieron entrenamiento específico

Preparación de Utensilios de Limpieza: Se aplica el Seiton a los elementos almacenados en lugares fáciles de encontrar y devolver. El personal debe estar capacitado sobre sus actividades y el uso de los elementos desde su conservación hasta el punto de vista de la seguridad

Seiketsu – Estandarización

Según Mateus (2010). Mantenimiento Autónomo: Cómo Conservar un Ámbito Laboral Saludable.

El mantenimiento autónomo tiene el objetivo de mantener las condiciones de limpieza y orden en el ambiente de trabajo. Para lograrlo, es importante seguir los siguientes pasos:

- Conservar las tres primeras S: Para preservar un ambiente laboral saludable, es necesario mantener las rutinas creadas durante las tres primeras S. Cada operador debe conocer sus responsabilidades y cómo llevarlas a cabo. Es fundamental tener claro qué tareas son necesarias en cada lugar de trabajo.
- Instruir a los operadores: Los operadores deben recibir instrucciones claras sobre sus responsabilidades y acciones en relación con los trabajos de limpieza y mantenimiento autónomo. Es importante que los estándares sean preparados por ellos mismos, pero para esto se necesita una formación adecuada y práctica kaizen para mejorar progresivamente los métodos y tiempos de limpieza.
- Integrar las tres primeras S: El estándar de limpieza de mantenimiento autónomo facilita el seguimiento de las acciones de limpieza y el control de los elementos. Estos estándares ofrecen toda la información necesaria para realizar el trabajo. El mantenimiento de las condiciones de limpieza y orden debe ser una parte natural de los trabajos regulares de cada día.

Shitsuke – Seguimiento

La última etapa del proceso 5S, Shitsuke o "Seguimiento", no puede ser medida como las cuatro etapas anteriores, ya que depende de la voluntad y el comportamiento de los trabajadores y empleados de la empresa. Para fomentar esta disciplina, se pueden crear situaciones que la estimulen, y mediante reuniones de seguimiento y presentaciones, se verifica que las cuatro etapas preliminares se hayan convertido en rutina diaria y que cada espacio de trabajo esté en buen estado

Según Dorbessan (2013) indica:

La disciplina es uno de los pilares más importantes de la motivación, ya que permite la implementación de los cuatro principios anteriores. Los colaboradores siempre deben estar motivados e informados de la metodología que se está implementando, para que se sientan conectados. Esto resulta en una mejora en la producción del almacén y la cantidad de bienes y servicios proporcionados por la unidad.

La disciplina es la fase más importante de las 5S, ya que conecta con éxito todas las fases por medio de un plan de mejora continua. Esto implica que los trabajadores deberán tener

un buen autocontrol, visitas sorpresa, controles periódicos y respetarse entre todos, además de mantener una perfecta armonía con su área de trabajo.

Mateus (2010) indica que, a diferencia de las otras cuatro etapas, esta es invisible, ya que existe en el instinto y en la voluntad de los trabajadores, y solo las acciones lo manifiestan. Aun así, se pueden crear ambientes que fomenten la práctica de la disciplina. La teoría del aprendizaje en las organizaciones sugiere que para el desarrollo de una organización es fundamental que exista una convergencia entre la visión de una organización y la de sus empleados. Por lo tanto, es fundamental que el enfoque de la organización refleje la importancia de liderar esta parte esencial para el beneficio de los objetivos comunes de la organización.

Herramientas del Shitsuke

Herramienta de Control Visual para la Fase de Shitsuke: Lista de Verificación 5S

Para garantizar una implementación efectiva de la fase de Shitsuke, se utiliza una herramienta de control visual conocida como la Lista de Verificación 5S. Esta lista contiene elementos necesarios para completar actividades específicas, y una vez que se hayan completado, se deben marcar para que los objetivos sean claros y precisos. Esto permite un mejor seguimiento y eficiencia en la implementación.

La Tabla 6 muestra un modelo de la Lista de Verificación 5S.

Tabla 6 Modelo de la Lista de Verificación 5S.

CHECK LIST			
0= Muy malo, 1=Malo, 2=Regular, 3=Bueno, 4=Muy bueno			
5 S	Nº	ITEM EVALUADO	CALIFICACION
SEPARAR LOS PRODUCTOS INNECESARIOS DE LOS NECESARIOS			
SEIRI	1	No existen productos innecesarios en el área del almacén	
	2	Se encuentran clasificados todos los ítem en el área del almacén	
	3	Todos los ítem del almacén se encuentran en buen estado para su uso	
	4	Los pasillos se encuentran libres de obstáculos	
	5	Se utilizan las tarjetas rojas de manera adecuada	
SUBTOTAL			
UN LUGAR PARA CADA PRODUCTO Y UBICARLO EN SU LUGAR			
SEITON	6	Están almacenados todos los productos de manera adecuada	
	7	Se dispone de un sitio establecido para cada producto	
	8	Se devuelven los productos utilizados a su respectivo lugar	
	9	Existe un formato de relleno para las entradas y salidas de los productos	
	10	Están indicadas las cantidad máximas y mínimas permitidas	
SUBTOTAL			
LIMPIEZA EN EL ÁREA DEL ALMACÉN			
SEIRI	11	No existe suciedad en el área de trabajo	
	12	Están identificados las fuentes de suciedad y se aplican acciones correctivas	
	13	Se elaboran cronogramas de limpieza constantemente	
	14	Se cumple con las actividades de limpieza en el área	
	15	Existe los productos de limpieza necesario para ejecutar tareas	
SUBTOTAL			
MANTENER Y MONITORIAS LAS PRIMERAS S			
SEIKETSU	16	Se realizan reuniones o pruebas de evaluación	
	17	Se respetan las normas y políticas establecidas	
	18	Se verifica el nivel de involucramiento de los colaboradores	
	19	Están constantemente actualizados los instructivos y procedimiento de orden y limpieza	
	20	Se mantienen las 3 primeras S	
SUBTOTAL			
CUMPLIMIENTO DE LAS REGLAS ESTABLECIDAS			
SHITSUKE	21	Se percibe una cultura de respeto por los estándares establecidos	
	22	Están involucrados los trabajadores con la metodología 5S	
	23	Se realizan capacitaciones para el personal del área	
	24	Existe una atmósfera laboral agradable que contribuye al trabajo en equipo	
	25	Se toman en cuenta las oportunidades de mejora que puedan surgir para el área	
SUBTOTAL			
TOTAL (100)			

Nota: Casa Mitsuwa S.A

Productividad

Se precisa a la productividad como los resultados alcanzados de un proceso con los recursos solicitados para aumentar la producción. También se tiene que tener en consideración que el termino se mide por la división de la producción y el factor de dicha producción.

Tipos de Productividad La productividad se divide por ocho tipos, los cuales son:

- “Productividad Parcial: Es la que relaciona a todo lo producido por un sistema (salida) con uno de los recursos utilizados (insumo o entrada)” (Carro & González, 2012, p. 3).
- “Productividad Total: Involucra a todos los recursos (entradas) utilizados por el sistema; es decir, el cociente entre la salida y el agregado del conjunto de entradas” (Carro & Gonzáles, 2012, p. 3).
- “Productividad Física: La productividad física de una entrada es el cociente entre la cantidad física de la salida del sistema y la cantidad necesaria de esa entrada para producir la salida mencionada” (Carro & González, 2012, p. 3).

- “Productividad Valorizada: Es exactamente igual a la anterior, pero la salida está valorizada en términos monetarios” (Carro & González, 2012, p. 3).
- “Productividad Promedio: Es el cociente entre la salida total del sistema y la cantidad de entradas empleadas para producir la salida mencionada” (Carro & González, 2012, p. 3).
- “Productividad Marginal: El incremento de producto (valor agregado) por el empleo de una unidad más de ese factor, manteniéndose constantes las cantidades aplicadas de los demás factores” (Carro & González, 2012, p. 3).
- “Productividad Bruta: Es el cociente entre el valor bruto de la salida (que incluye el valor de todos los insumos) y la entrada (o un conjunto de entradas) que incluye también el valor de todos los insumos” (Carro & González, 2012, p. 4).

Medición de la Productividad

Gaither & Frazier (1980), afirman que: “La productividad de un recurso es la cantidad de productos o servicios producidos en un periodo, dividido entre el monto requerido de dicho recurso. La productividad de cada recurso puede y debe medirse” (p. 585).

La Figura 19 presenta: “Los componentes de la productividad y se ejemplifica la definición de eficiencia y eficacia midiendo los recursos empleados a través del tiempo total y los resultados mediante la cantidad de productos generados en buenas condiciones” (Gutiérrez, 2010, p. 21).

Figura 19 *La productividad y sus componentes.*

<i>Productividad = Eficiencia x Eficacia</i>		
$\frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Tiempo total}}$	$= \frac{\text{Tiempo útil}}{\text{Tiempo total}}$	$= \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Tiempo útil}}$

Nota: Calidad Total y Productividad (2010) Gutiérrez, H.

Indicadores de Productividad Olascoaga A. (2015) menciona que: “Existen tres criterios comúnmente utilizados en la evaluación del desempeño de un sistema, los cuales están relacionados con la productividad” (p.1).

- Eficiencia

“La eficiencia es la relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados, asimismo es tratar de optimizar los recursos y procurar que no haya desperdicio de recursos” (Gutiérrez, 2010, p. 21).

- Eficacia

“La eficacia es el grado en que se realizan las actividades planeadas y se alcanzan los resultados planeados, además implica utilizar los recursos para el logro de los objetivos trazados (hacer lo planeado)” (Gutiérrez, 2010, p. 21).

- Efectividad

Olascoaga A. (2015) precisa a la efectividad como: “La relación entre los resultados logrados y los resultados propuestos, o sea nos permite medir el grado de cumplimiento de los objetivos planificados” (p. 1).

Lean Manufacturing

De acuerdo con la historia la industria japonesa de automóviles especialmente la Toyota implanta la filosofía del Lean Manufacturing, esto con la finalidad de competir con las grandes empresas del automóvil de los Estados Unidos como son Ford, General Motors, Chrysler entre otras. Según Hernández & Vizán. (2013), Según es un enfoque único para el trabajo que prioriza a las personas, Lean Manufacturing busca refinar y mejorar un sistema de producción identificando y eliminando cualquier actividad necesaria que consuma un exceso de recursos.

Esto implica discernir diversas formas de desperdicio, como el tiempo de entrega, la sobreproducción, el transporte, el sobre procesamiento, el inventario, el movimiento y los defectos. En esencia, Lean Manufacturing examina los aspectos que no agregan valor para los clientes y busca eliminarlos.

Los objetivos de fabricación requieren la implementación de una amplia gama de técnicas. Estos métodos abarcan varias áreas de operación, incluida el control de calidad, la disposición de las estaciones de trabajo, la gestión de la cadena de suministro, el mantenimiento del flujo de trabajo de producción y más.

Según Martín, M. (2010), Describe que Lean no solamente es un conjunto de prácticas y herramientas. Las cuales desprenden un conjunto de principios los cuales deben conocerse en la cultura de las organizaciones. Lean envuelve la transformación de la organización, empezando principalmente por la acogida de sus principios.

Según Padilla, L. (2010), Describe que Lean Manufacturing es una técnica desarrollada por TOYOTA que optimiza la producción sin importar el tamaño o la industria. En español, se conoce como manufactura esbelta ya que enfatiza trabajar de manera eficiente. Los métodos de producción nuevos y mejorados son esenciales para las empresas que buscan aumentar la rentabilidad, la competitividad y la productividad. Para lograr este objetivo, es importante adoptar una filosofía que elimine las actividades improductivas

del proceso de fabricación, al tiempo que maximiza el valor de cada actividad realizada. Al adoptar ideas innovadoras y un compromiso con la mejora continua, las empresas pueden mejorar sus procesos de producción y disfrutar de los beneficios de un mayor éxito en sus respectivos mercados.

Los Pilares del Lean Manufacturing

Según Rajadell & Sánchez. (2010), Sugiere que es necesario un conocimiento profundo de los principios, métodos y herramientas al implementar Lean Manufacturing en una fábrica: satisfacción del cliente, rentabilidad y competitividad. Toda empresa que busque rentabilidad, competitividad y satisfacción debe examinar los conceptos, técnicas y herramientas para la implementación de Lean Manufacturing.

Según Rajadell & Sánchez. (2010), Kaizen y Just InTime son dos conceptos centrales del Lean Manufacturing. También afirman que la calidad es parte integral de Lean Manufacturing con actividades sujetas a control de calidad total.

Just in time

Arndt, P. (2005), “La metodología Justo a Tiempo es una filosofía industrial que puede resumirse en fábricas con producción estrictamente necesaria, en el momento preciso y en las cantidades debidas: Hay que comprar o producir sólo lo que se necesita y cuando se necesita.” (p.02).

Maldonado, G. (2008), “Es un sistema Just-in-Time, el despilfarro se define como cualquier actividad que no aporta valor añadido para el cliente. Es el uso de recursos por encima del mínimo teórico necesario (mano de obra, equipos, tiempos, espacios, energía).” (p.65).

La excelencia en una empresa manufacturera se puede obtener a través de una determinada metodología. El transporte y las inspecciones se eliminan continuamente a través de métodos de reducción de desechos. Preparación, almacenamiento o máquinas: eso es exactamente lo que se denomina. Su filosofía de trabajo está indicada por un método innovador y productivo.

Los productos para la fabricación llegan justo a tiempo, junto con las materias primas. Para el servicio, o el cliente están disponibles. Respondiendo a la idea de la filosofía industrial, el enfoque Justo a Tiempo emplea una metodología única. Fabricar o adquirir productos esenciales es el enfoque principal de la declaración. Se requieren cantidades en el momento preciso.

La eliminación del exceso de inventario es la idea principal detrás de Just In Time, una forma racional de producción.

El objetivo principal es mejorar el beneficio mediante la eliminación de componentes innecesarios, La reducción de costos se logra a través de varios medios uno de ellos gira en torno a crear lo necesario en cada fase del proceso de fabricación.

Single Minute Exchange of Die - Smed

Socconini. (2019), “La herramienta SMED es una alternativa a optar a fin de minimizar tiempos de cambio y transformarlo en tiempos de operación a fin de incrementar el volumen de producción.” (P.186)

Utilizado con el único propósito de reducir, Es una herramienta para la mejora continua, Los tiempos de preparación de los procesos cambiarán ya sea en la transición de una actividad o producto. Los tiempos de preparación deben ser observados por la herramienta para otros. Para poder deshacerse de ciertos aspectos, uno debe tener una buena comprensión de las operaciones y empresas que ocurren dentro de él. Para una eficiencia óptima, reduzca la cantidad de tiempo dedicado a procesar cada producto específico.

Lema. (2014), “Single Minute Exchange of Die (SMED) o cambio rápido, se define como la herramienta o técnica que permite la reducción del tiempo de cambio de las operaciones del proceso de producción.” (p.9)

Herramienta enfocada en el cambio de matriz con un tiempo menor a 10 min.

Rajadell & Sanchez. (2010), Es una técnica desarrollada por Shigeo Shingo, destacado ingeniero de Toyota, la cual incurre en la reducción del tiempo de preparación de la máquina a minutos de un solo dígito; es decir, en un periodo menor a 10 minutos. (P.124)

Las organizaciones se benefician de esta herramienta ya que facilita la reducción debido al cambio, las máquinas y las instalaciones consumen mucho tiempo que a menudo se desperdicia.

Lean

Según Wronka,A. (2016), La esencia de la logística es la generación de valor: valor para los distintos stakeholders(partes interesadas): clientes, proveedores y accionistas. La manifestación clave del valor en la logística es la entrega oportuna y ágil de productos y servicios. Para mantener el flujo constante de materiales y la entrega oportuna de productos a los clientes, se utilizan procedimientos logísticos tanto internos como externos.

Sin embargo, es fundamental que estos procesos continúen avanzando, específicamente deshaciéndose de actividades extrañas que no aportan valor y desperdicio innecesario. El

objetivo final sigue siendo garantizar el lugar correcto y la calidad de los bienes entregados, manteniendo el costo bajo control.

Un producto o servicio pierde todo su valor si no está disponible para el cliente en el momento adecuado y en el lugar adecuado. Tomemos, por ejemplo, una entrada para un evento deportivo: será inútil si no se puede obtener en el momento y lugar del partido, o si no hay suficientes entradas para satisfacer las demandas de los aficionados.

Agregar valor es el resultado final de la gestión logística que ve cada actividad de la cadena de suministro como una perla. Al hacerlo, se puede analizar si se justifica pagar más del costo de la entrega del producto o servicio.

Gamarra, M (2019) en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, en Lima, Perú, investigó sobre la Aplicación del Lean Manufacturing, para la mejora de la productividad en una empresa manufacturera. Plantearon como objetivo general la aplicación del Lean Manufacturing, para la mejora de la productividad en una empresa manufacturera. Entre sus conclusiones destacan:

- a) La implementación de la fabricación ajustada puede ayudarle a alcanzar su éxito o sus objetivos y lograr excelentes resultados. Esta metodología se aplica en una variedad de sectores y en una variedad de situaciones específicas entre empresas.
- b) La producción ajustada se basa en una variedad de métodos y herramientas encaminados a mejorar los procesos para reducir todo tipo de residuos (C.4).

Baluis, C (2013) en la Pontificia Universidad Católica Del Perú, en Lima, Perú, investigó sobre la Optimización de procesos en la fabricación de termas eléctricas utilizando herramientas de Lean Manufacturing. Plantearon como objetivo general la optimización de procesos en la fabricación de termas eléctricas utilizando herramientas de Lean Manufacturing.

Entre sus conclusiones destacan:

- a) Se utilizó Value Stream Mapping (VSM) con valores clave para analizar y monitorear el tiempo de ciclo, inventario, tiempo de cambio de molde y disponibilidad de la máquina.
- b) El sistema Kanban ayuda a controlar y determinar los niveles de stock adecuados. La introducción de SMED acorta el plazo de sustitución del molde.
- c) Evaluar la viabilidad de la implementación de la tecnología utilizando cada herramienta de mejora para lograr un VAN y una TIR positivos de al menos el 20%.

Bernal, S; Camilo, J (2018) En la Universidad de San Buenaventura, Colombia, investigó sobre estrategias Lean Manufacturing para una empresa del sector metalmecánico.

Plantearon como objetivo general elaborar un plan de mejoramiento para una empresa del sector metalmecánico utilizando estrategias de Lean Manufacturing.

Entre sus conclusiones destacan:

La adopción de la metodología Lean se revela como un catalizador esencial para potenciar la productividad dentro de su empresa. El concepto fundamental de Lean, que implica la mejora continua de los procesos productivos y la aplicación de herramientas de manera integral, se erige como un pilar para optimizar eficazmente los recursos disponibles.

Este enfoque meticuloso, centrado en la minimización de desperdicios, permite no solo una gestión más eficiente de los recursos, sino también la reducción considerable de los tiempos de producción y los costos asociados.

El método Lean no se limita a la aplicación de prácticas eficientes; representa una filosofía que fomenta la construcción de una cultura organizacional arraigada en la eficiencia y la calidad. La realización de evaluaciones sistemáticas, en tiempo real, se convierte en un mecanismo esencial para identificar oportunidades de mejora y corregir posibles desviaciones, contribuyendo así a mantener un estándar elevado de rendimiento. La implementación del sistema Lean no solo influye en los aspectos operativos, sino que también propicia la participación de los empleados.

Este enfoque no solo les brinda la oportunidad de contribuir al proceso de mejora continua, sino que también estimula la generación de ideas innovadoras y fomenta la colaboración entre los miembros del equipo.

Este impacto positivo no solo se traduce en una mayor eficiencia operativa, sino que también consolida el compromiso del equipo con los objetivos estratégicos de la empresa. Es importante destacar que la metodología Lean no solo se concentra en la optimización de los procesos de producción; su influencia se extiende a la esfera cultural de la organización.

Los cambios integrales que propicia no solo redundan en un crecimiento sostenible, sino que también fortalecen la posición competitiva de la empresa en el mercado. En resumen, la implementación de Lean no solo es una estrategia para mejorar la eficiencia, sino también un impulso integral para la excelencia organizacional y el éxito sostenible.

Renda, D (2015) En la Universidad de Vigo, España, investigó sobre la Integración de modelos de fabricación mediante simulación con herramientas informáticas y Lean Manufacturing. Plantearon como objetivo general Realizar la Integración de modelos de fabricación mediante simulación con herramientas informáticas y lean Manufacturing.

Entre sus conclusiones destacan:

a) Determinación de varios parámetros KPI relevantes, como tiempo de entrega, tiempo de recogida, OEE, etc. juega un papel importante en la optimización de los procesos de negocio. Piense en estos valores como notas de una sinfonía, cada una de las cuales contribuye a la armonía general de su obra. Al manipular cuidadosamente estos "códigos" mediante la integración del software SIMIO, las empresas no sólo pueden evaluar la orquestación de sus sistemas, sino también controlarlos con precisión.

El software SIMIO actúa como administrador maestro e interpreta los datos parametrizados para proporcionar una descripción clara del rendimiento del sistema. Esta sinergia entre parámetros clave y tecnologías avanzadas no sólo permite un análisis en profundidad del estado actual del proceso, sino que también proporciona excelentes puntuaciones para ajustes estratégicos.

Comprender el tono de los KPI permite a los líderes empresariales tomar decisiones informadas, cambiar constantemente las operaciones y evaluar diferentes alternativas a través de tecnología superior. La capacidad de evaluar el comportamiento del sistema no es sólo una herramienta analítica, sino también un catalizador para la innovación y el desarrollo continuos. Mediante el uso creativo de datos parametrizados, las empresas se convierten en sinfonías dinámicas que se adaptan y mejoran continuamente el desempeño en un entorno competitivo. Por lo tanto, la integración de KPI en el software SIMIO no es solo una herramienta técnica, sino también un punto de inflexión donde cada ajuste y cambio se convierte en un tono que aumenta la eficiencia operativa.

b) Al explorar los primeros avances tecnológicos en medio de una ola de marcos teóricos existentes, DES fue un viaje de descubrimiento al vasto océano del software de simulación. Como arqueólogos del conocimiento, no tenemos más remedio que revisar las ruinas para encontrar herramientas que sirvan como artefactos digitales que puedan dar vida a nuestras ideas. En este fascinante espacio intelectual, SIMIO ha demostrado ser el fósil más impresionante, un organismo tecnológico que se ha adaptado a través de una evolución continua para guiar nuestras exploraciones científicas. Con las capacidades de un explorador intrépido, SIMIO no es solo un software, sino un compañero intrépido que lo guía a través del territorio inexplorado de la simulación DES. Cuando exploré sus capacidades, descubrí que funciona como un alquimista digital, convirtiendo datos sin procesar en conocimientos prácticos. Una paleta de artista que te permite dibujar paisajes ambientales complejos y modelar escenarios que desafían los límites de la realidad. En este lienzo digital, SIMIO no es solo una herramienta sino también un catalizador para la creatividad científica, donde las ecuaciones son historias y los algoritmos son historias de

descubrimientos. En definitiva, la elección de SIMIO como faro de nuestra investigación se basó no sólo en su eficiencia técnica, sino también en su capacidad para insuflar vida y dinamismo a nuestros esfuerzos científicos. SIMIO, una brújula confiable en su viaje de exploración intelectual, nos invita a una odisea única donde cada línea de código es una página en blanco esperando ser escrita con la tinta de la innovación y la exploración. Garcés, Luis (2012) en su tesis para optar el título a Ingeniero Industrial “Mejoramiento del Proceso Productivo de la Empresa Indumever por medio del uso de herramientas de Manufactura Esbelta”, Quito, Ecuador. presentada en la Universidad de Las Américas. El marco metodológico de este estudio se presenta como un recorrido descriptivo, no experimental, en el que el autor, como eficaz cartógrafo, traza un mapa detallado de los procesos organizativos. Durante esta búsqueda intelectual, investigó la naturaleza de la organización e identificó los procesos clave que sirven como constelaciones en el cielo de la producción. Allaná el camino para una comprensión más profunda mediante el uso de herramientas estadísticas como el astrolabio y especialmente el diagrama de Pareto para el análisis.

Las conclusiones del autor de este viaje de descubrimiento son ecos de algunos descubrimientos arqueológicos valiosos. Bajo el lema de las técnicas de manufactura esbelta, se logró una notable reducción del 25% en el tiempo de operación, que fue la seleccionada para este estudio. Mediante la alquimia se ha eliminado el 30% de los residuos generados durante el proceso productivo, y el autor parece haber refinado la esencia de la eficiencia.

Estos resultados, que recuerdan a las notas finales de una sinfonía de mejora continua, encarnan vívidamente la visión del autor. Al igual que el ajuste de la eficiencia, la metodología de integrar herramientas Lean en los procesos de fabricación es un medio para llevar el desempeño organizacional al siguiente nivel. Sobre la base del viaje intelectual de los autores explorado anteriormente, el autor no sólo se apoya en los hombros de gigantes, sino que también agrega nuevas melodías a la sinfonía de Lean Manufacturing. Desde esta perspectiva, el aporte de este estudio se manifiesta no solo en los resultados concretos, sino también en la creación de un legado metodológico que influye en la eficiencia operativa de las organizaciones.

Arroyo, N. (2018), su tesis tuvo como objetivo mejorar el sistema de producción en una empresa metalmecánica, logrando de este modo un aumento de su rentabilidad, tomando como iniciativa la implementación del Lean Manufacturing. El autor de la tesis tomó

como referencia la definición del autor Hernández & Vizán (2013) detallada de la manera siguiente:

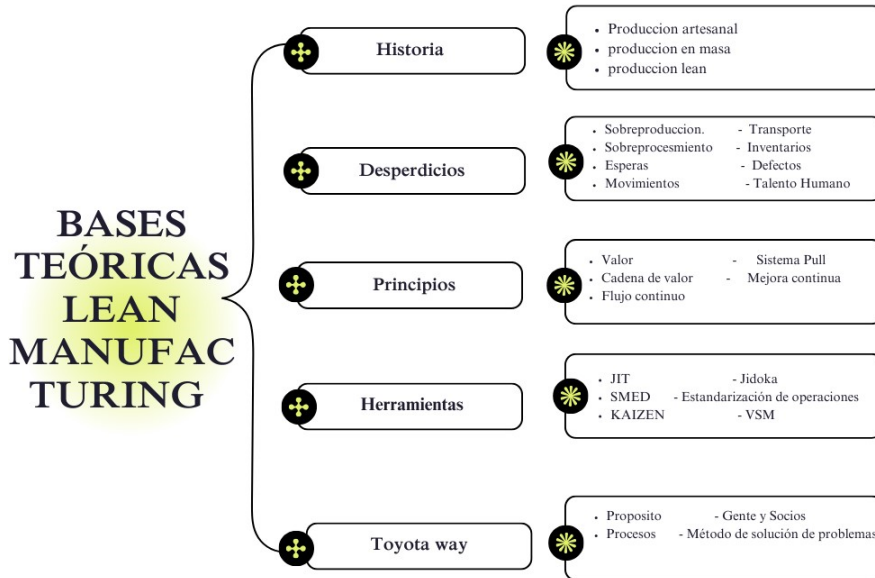
“Lean Manufacturing es una filosofía que se basa principalmente en las personas, nos ayuda a definir y optimizar los sistemas productivos, focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de desperdicios” (p. 10). Aquellas actividades que generan costos adicionales al producto sin aportar valor tangible. En el contexto de este trabajo, se implementó con éxito una mejora significativa en el sistema de producción de una empresa metalmecánica, focalizándose en la reducción de costos, la mejora de la calidad, la disminución de los tiempos de fabricación y el incremento de la eficiencia global.

La aplicación de herramientas específicas de Lean Manufacturing fue clave en este proceso de mejora. Se implementaron tácticas como el Single Minute Exchange of Die (SMED-Cambio de herramientas), que permitió una reducción notable del tiempo dedicado al cambio de herramientas; la Estandarización de Operaciones, para establecer procedimientos uniformes y eficientes; y el Just in time (JIT-Justo a tiempo), que optimizó la gestión de inventarios y redujo los tiempos de espera en cada proceso crítico del ciclo productivo.

El análisis, diagnóstico e implementación de estas mejoras en el proceso productivo condujeron a resultados tangibles y cuantificables. Se logró una reducción del 47% en el tiempo dedicado al setup de paradas programadas en el proceso de roll forming postes y perfiles, un impresionante descenso del 59% en el tiempo de reproceso en el proceso de granallado, y una significativa reducción del 17% en el tiempo total de fabricación del ciclo productivo. Este último resultado se asoció directamente con un notable incremento del 25% en la producción.

Estos resultados demuestran de manera concluyente que la aplicación de Lean Manufacturing no solo tiene el potencial de mejorar la eficiencia en los procesos de producción, sino que también genera beneficios tangibles en términos de reducción de costos y mejora de la calidad. Además, la implementación exitosa de Lean Manufacturing requiere un compromiso integral de toda la organización, subrayando la importancia de la participación de todos los miembros en la adopción de esta filosofía de gestión. Este estudio no solo valida la efectividad de Lean Manufacturing en empresas productivas, sino que también subraya la necesidad de una cultura organizacional comprometida para lograr resultados sostenibles a largo plazo. A continuación, podremos apreciar que en la Figura 20 se detalla las bases teóricas del Lean Manufacturing.

Figura 20 Línea Bases Teorías Lean Manufacturing.



Nota: Elaboración propia.

También conocida como Lean Manufacturing, es una filosofía empresarial que se ha convertido en un enfoque clave para mejorar la eficiencia, reducir el desperdicio y optimizar los procesos industriales.

Este desarrollo se basa en la experiencia de producción de Toyota, concretamente el Sistema de Producción Toyota (TPS), desarrollado en Japón después de la Segunda Guerra Mundial. A continuación, se detallan los marcos teóricos y principios clave que respaldan la fabricación ajustada.

Eliminación de desperdicios (Muda): Uno de los principios clave de Lean es la identificación y eliminación de desperdicios en todas las etapas del proceso productivo. Este desperdicio puede manifestarse como tiempo de espera, exceso de inventario, procesos innecesarios, movimiento excesivo, defectos y sobreproducción. La filosofía Lean se centra en añadir valor optimizando cada paso del proceso e intenta eliminar lo innecesario.

Valor para el cliente: La manufactura esbelta se centra en comprender y entregar el valor buscado por el cliente final. Todas las actividades del proceso productivo deben contribuir directamente a la creación de este valor.

Esto implica comprender profundamente las necesidades y expectativas de los clientes y adaptar los procesos de producción para cumplir con estos requisitos de la manera más eficiente posible.

Flujo continuo (justo a tiempo): Lean apoya la creación de procesos de trabajo continuos e ininterrumpidos. La fabricación justo a tiempo (JIT) garantiza que los productos y componentes se entreguen cuando sea necesario, eliminando el almacenamiento innecesario y los costos asociados. Este enfoque aumenta la eficiencia y reduce la latencia.

Mejora Continua (Kaizen): La filosofía Kaizen promueve la mejora continua en todos los niveles de una organización. Se anima a los empleados a proponer y participar en cambios positivos en sus procesos de trabajo diarios. Esta cultura de mejora continua ayuda a la empresa a adaptarse a nuevos retos y oportunidades.

Flexibilidad y adaptabilidad: La fabricación ajustada reconoce la importancia de la agilidad y la adaptabilidad. Esto incluye la capacidad de ajustar rápidamente los procesos en respuesta a cambios en la demanda del mercado, innovaciones tecnológicas u otros factores que afectan la eficiencia.

Respeto por las personas: Lean no se trata solo de procesos y eficiencia, sino también de valorar y respetar a las personas dentro de la organización. Esto se refleja en nuestra cultura de trabajo, donde se anima a los empleados a participar activamente, se reconoce su experiencia y se les capacita para contribuir a un proceso de mejora continua.

Al comprender estos fundamentos teóricos, podrá implementar enfoques eficaces de fabricación ajustada para mejorar la eficiencia, la calidad y la competitividad de la organización en el entorno empresarial actual.

Algunos beneficios de la aplicación de Lean Manufacturing, Su implementación de Lean Manufacturing puede aportar importantes beneficios a las empresas:

- Ahorro de costos: Eliminar el desperdicio puede reducir significativamente los costos de producción.

- Calidad mejorada: la fabricación ajustada ayuda a aumentar la satisfacción del cliente al mejorar la calidad de los productos y servicios.

- Mayor productividad: la manufactura esbelta puede aumentar las ventas y las ganancias al mejorar la productividad del proceso.

- La fabricación ajustada es una técnica que puede resultar muy eficaz para aumentar la eficiencia y la competitividad de una empresa. Sin embargo, su implementación requiere un compromiso a largo plazo y un esfuerzo sostenido por parte de todos los empleados.

2.4 Definición de términos básicos

Trabajo Estándar: “Establecer el método y secuencia óptimos de montajes de trabajo para cada proceso.” (Guevara, E; Zegarra, R, 2015, p.18).

Satisfacción del cliente: “Es el resultado de tu valoración de la calidad percibida de un servicio o producto que brinda una empresa.” (Arrascue, J; Segura, E, 2016, p.69).

Tiempo de ciclo: “Se define como el tiempo que toma procesar una unidad, lote o tarea, ya que puede ser también relacionado a un servicio, por lo cual es aquel tiempo transcurrido desde que se comienza la primera actividad hasta la última necesaria para obtener el bien o servicio especificado.” (Zapata, A; Acevedo, C, 2018, p.56).

Transporte: “Transporte de información, partes o materiales alrededor de una instalación. Este desperdicio incluye el transporte de materiales que realmente no contribuyen al sistema de producción.” (Castrejón, A, 2016, p.22).

Estandarizar: “En las áreas de trabajo, el mantenimiento es clave. Para que todo funcione sin problemas, es importante contar con prácticas y procedimientos coherentes. El objetivo es mantener un cierto nivel de limpieza y orden, que solo se puede lograr mediante la ejecución regular de estos protocolos. Esto es algo que no se puede descuidar.” (Socconini & Barrantes, 2005, pág. 16).

Desperdicio: “Cualquier actividad del proceso que consuma recursos y no agregue valor añadido desde el punto de vista del cliente. Utilizar recursos superiores a los mínimos necesarios” (Medrano, 2020, p.24).

Esperas: “Tiempo de inactividad por el personal, material, maquinaria, mediciones e información.” (Castrejón, A, 2016, p.22).

Ambiente de trabajo: “Es el conjunto de condiciones que rodean a la persona que trabaja y que directa o indirectamente influyen en la salud y vida del trabajador” (Ardila, 2009, p. 6).

Capacidad de producción: “Es la capacidad que tiene una unidad productiva para producir su máximo nivel de bienes o servicios con una serie de recursos disponibles” (Coll, 2020, p. 1).

Diagrama de Ishikawa: “Es un método gráfico que se usa para efectuar un diagnóstico de las posibles causas que provocan ciertos efectos, los cuales pueden ser controlables” (UNIT, 2009, p. 22).

Capacitación: “Es un proceso que se realiza al personal para el mejoramiento de sus procesos y el crecimiento de las aptitudes para que sea favorable dentro de la organización” (Valdivia, 2018, p.5).

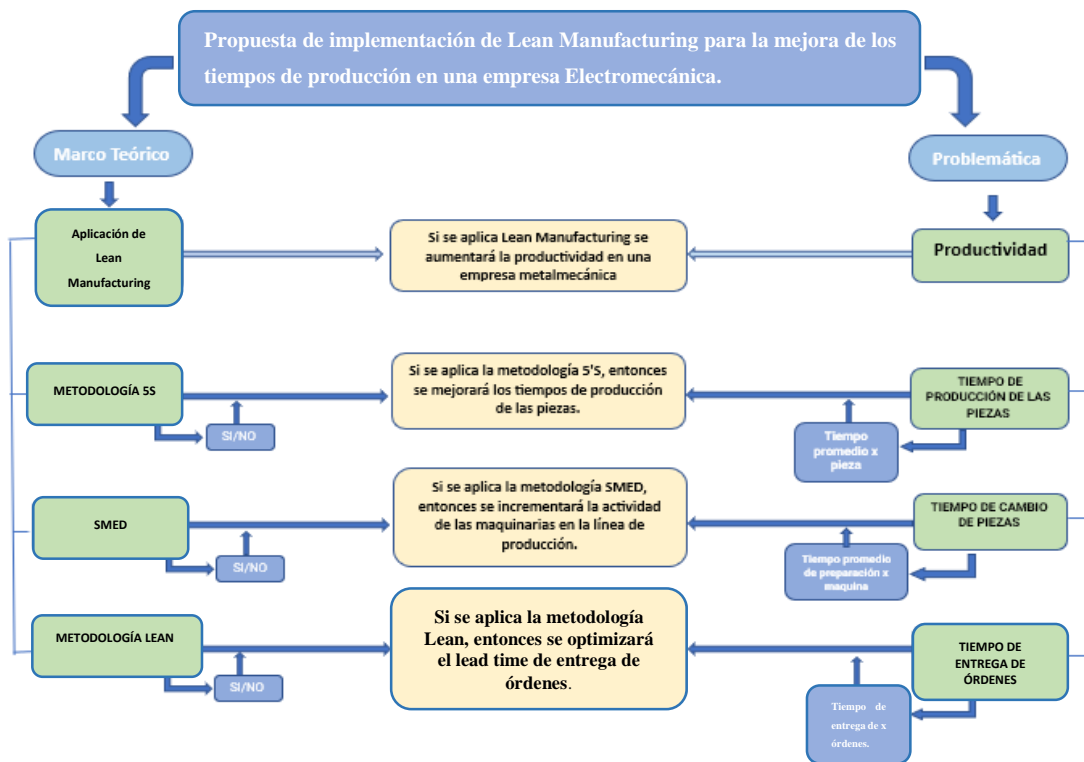
Checklist: “Es la enumeración de una serie de ítems que aparecen agrupados con el fin de verificar su cumplimiento y así alcanzar algún objetivo concreto” (Salamanca, 2019, p.1).

2.5 Fundamentos teóricos que sustentan la hipótesis

A continuación, se muestra los fundamentos teóricos empleados para solucionar problemas específicos.

En la Figura 21 podemos apreciar el marco teórico y la problemática actual lo cual describe que el objetivo fundamental de la empresa es llegar a tener tiempos de producción reducidos optimizando las operaciones. Igual forma se detalla y visualiza las variables a desarrollar en la investigación.

Figura 21 Fundamentos teóricos que sustentan la hipótesis de los investigadores.



2.6 Hipótesis

2.6.1 Hipótesis General

Si se aplica Lean Manufacturing se aumentará la productividad en una empresa Electromecánica.

2.6.2 Hipótesis específicas

- a) Si se aplica la metodología 5'S, entonces se mejorará los tiempos de producción de las piezas.
- b) Si se aplica la metodología SMED, entonces se incrementará la actividad de las maquinarias en la línea de producción.
- c) Si se aplica la metodología Lean, entonces se optimizará el Lead time de entrega de órdenes.

2.7 Variables

-Variables: Independiente general y específicas

- Metodología Lean Manufacturing.
- Metodología 5'S.
- SMED.
- Lean.

-Variable dependiente específicas:

- Productividad.
- Tiempo de producción de las piezas.
- Tiempo de cambios de piezas.
- Cantidad de ordenes fuera de Lead Time de producción.

-Indicadores

- Tiempo promedio x pieza producida.
- Tiempo promedio x pieza.
- Tiempo promedio de preparación x máquina.
- Tiempo x ordenes de entrega.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1 Enfoque, tipo, nivel y diseño de la investigación

Enfoque de la investigación

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014). Entendemos que la utilización del Enfoque Cuantitativo en la Optimización de la Productividad de Piezas de Acero Inoxidable me da un enfoque cuantitativo es una técnica de recolección de datos que se utiliza para probar hipótesis mediante la medición numérica y el análisis estadístico. El objetivo principal es establecer pautas de comportamiento y evaluar teorías. En este estudio, se aplicó el enfoque cuantitativo para mejorar la productividad de piezas de acero inoxidable y reducir los tiempos de entrega de órdenes.

La recolección de datos se basó en los tiempos de maquinado de las máquinas y los tiempos de operación de los operarios, los cuales se relacionaron con las variables dependientes y específicas en la empresa. Además, se consideraron los procesos que conforman la organización y la relación entre variables.

El objetivo fue identificar oportunidades de mejora y aumentar la eficiencia en la producción de piezas de acero inoxidable.

Tipo de la investigación:

“Se llaman aplicadas porque con base en la investigación básica, pura o fundamental, en las ciencias fácticas o formales, que hemos visto, se formulan problemas e hipótesis de trabajo para resolver los problemas de la vida productiva de la sociedad” (Ñaupas, Mejía, Novoa y Villagómez, 2013, p. 61).

Tipo de Investigación y Objetivos para Mejorar la Productividad en Electromecánica Silva

En este trabajo, se ha determinado que el tipo de investigación aplicada es el más adecuado para aplicar los conocimientos de la metodología 5S en el área de producción, desde el principio hasta el final, con el propósito de incrementar la productividad en la empresa Electromecánica Silva.

En cuanto a los conocimientos previos de otras investigaciones, se utilizará SMED para minimizar los tiempos de cambio de piezas en los tornos ubicados en la línea de producción. De este modo, se mejorará el Lead time de OP mediante el uso de Lean en la empresa.

Nivel de la investigación:

Para Hernández, Fernández, Baptista (2014) “Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales” (p. 128).

El presente trabajo es de nivel explicativo, debido a que se basa en recopilar datos de tiempos en el área de producción y analizar estos datos que describen los problemas que existen en el área de producción, tal como los problemas de incrementar la productividad, mejora de tiempos en cambio de piezas y reducir tiempos en las entregas de las órdenes grandes tal cual se muestra dentro en la organización con fin así evaluar la situación actual.

Diseño de la investigación:

Para Hernández, Fernández y Baptista (2014) “Los diseños cuasiexperimentales también manipulan deliberadamente, al menos, una variable independiente para observar su efecto sobre una o más variables dependientes, sólo que difieren de los experimentos “puros” en el grado de seguridad que pueda tenerse sobre la equivalencia inicial de los grupos” (p. 151).

Tipo de diseño cuasi experimental en el estudio de mejora de la productividad, El presente estudio se clasifica como un diseño cuasi experimental, ya que se aplicaron las variables independientes SMED para reducir el tiempo de cambio de piezas en las máquinas, Metodología 5's centrada en la mejora de la productividad y Metodología Lean para optimizar el Lead time de entrega de órdenes, con el objetivo de explicar su impacto en las variables dependientes, como el tiempo de manufactura de piezas, el tiempo de cambio de piezas y el tiempo de entrega de órdenes.

Para demostrar la influencia de la metodología Lean Manufacturing en la productividad del área de producción, se utilizaron grupos no aleatorios antes y después de su aplicación. El diseño de la investigación cuasiexperimental se basó en series de tiempo, siguiendo el siguiente esquema:

GE: Oa1 Oa2 Oa3 ... X Od1 Od2 Od3 ...

Dónde: GE: Grupo de estudio no aleatorio.

O_{a1}: Observación 1 antes (pre).

O_{a1}: Observación 1 después (post).

O_n: Observación o resultado de la variable dependiente.

X: Aplicación de la variable independiente.

GE: Oa1 Oa2 Oa3 ... X Od1 Od2 Od3 ...

3.2 Población y muestra

Definición de Población:

Según López y Fachelli (2015), “Universo o Población son expresiones equivalentes para referirse al conjunto total de elementos que constituyen el ámbito de interés analítico y sobre el que queremos inferir las conclusiones de nuestro análisis, conclusiones de naturaleza estadística y también sustantiva o teórica.” (p.7).

Definición de población y su Aplicación en un Estudio de Investigación
De acuerdo con INEI (2021), el término "población" se refiere a un conjunto de elementos que se desean investigar, estos elementos pueden ser objetos, eventos, situaciones o grupos de personas. Para este estudio en particular, la población considerada incluirá la cantidad de piezas producidas, los tiempos de fabricación y la cantidad de órdenes, con el objetivo de mejorar y aumentar la productividad en nuestra empresa.

Definición de Muestra:

Según Bernal (2010) “Es la parte de la población que se selecciona, de la cual realmente se obtiene la información para el desarrollo del estudio y sobre la cual se efectuarán la medición y la observación de las variables objeto de estudio” (p. 11).
En este proyecto de investigación, se utilizará una muestra no probabilística. Esta elección se basa en las causas relacionadas con las características particulares de la investigación o del individuo que recolecta la muestra, en lugar de depender puramente de la probabilidad.

Definición de Tamaño de la muestra:

Según Fisher (1994), “el tamaño de la muestra debe definirse partiendo de dos criterios: de los recursos disponibles y de los requerimientos que tenga el análisis de la

investigación. Por tanto, una recomendación es tomar la muestra mayor posible, mientras más grande y representativa sea la muestra, menor será el error de la muestra” (p.112). Para el presente trabajo de investigación se utilizará un tamaño de muestra para las 3 variables de no calculado.

Definición de Unidad de Análisis:

Según Maximiliano (2009) “Una U.A. sólo puede formularse en un proceso de investigación cuando ya han sido formulados el tema, los problemas e interrogantes centrales. Esto no significa que, una vez establecida una U.A., no pudieran aparecer otros problemas o interrogantes (situación bastante frecuente), sino que no es posible hablar de U.A. sin tema-problema previo” (p.41).

Definición de Muestreo:

Para Arias (2006) “el muestreo es una técnica o procedimiento que se utiliza para obtener la muestra de una población. Entonces el tipo del muestreo que se realizó es el no probabilístico por conveniencia.” (p.30).

Para el presente trabajo de investigación se utilizará el un muestreo de tipo intencional o de conveniencia el cual se basa en la opinión del investigador para construir una muestra de sujetos en función de su carácter típico, permitiendo estudiar los fenómenos raros o inusitados.

Para el presente estudio, tanto la población como la muestra para cada una de las variables dependientes se indican en la Tabla 7.

Población, muestra y unidad de análisis de investigación

A continuación, se describen la población, muestra y unidad de análisis que se utilizarán en cada una de las variables dependientes propuestas en este estudio.

✓ Tiempo de producción de las piezas

Población

“Piezas fabricadas”.

Muestra Pre Test

“Piezas fabricadas de mayo a junio del 2023”.

Muestra Post Test

“Piezas fabricadas de agosto a septiembre del 2023”.

Unidad de análisis

Un tiempo en segundos promedio por pieza fabricada.

✓ **Tiempo de cambio de piezas durante paradas de línea**

Población

“Tiempos de cambio de piezas durante la parada de línea”.

Muestra Pre Test

“Tiempos de parada en línea de mayo a junio del 2023”.

Muestra Post Test

“Tiempos de parada en línea de agosto a septiembre del 2023”.

Unidad de análisis

Un tiempo en segundos promedio por cambio de pieza.

✓ **Cantidad de ordenes fuera de Lead Time de Producción**

Población

“Órdenes fuera de *Lead Time*”.

Muestra Pre Test

“Órdenes fuera de *Lead Time Time* de mayo a junio del 2023”.

Muestra Post Test

“Órdenes fuera de *Lead Time Time* de agosto a septiembre del 2023”.

Unidad de Análisis

Un reclamo por orden fuera de Lead Time.

En la Tabla 7 se detalla un resumen de la unidad de análisis y población, así como las muestras en una situación PRE Test y POST Test.

Tabla 7 Población y muestra pre y post por cada una de las variables dependientes.

Variable Dependiente	Indicador	Población	Muestra pre	Muestra post	Unidad de análisis
Tiempo de producción de piezas.	Tiempo promedio x pieza/Tiempo total	Piezas fabricadas.	Piezas fabricadas de mayo a junio del 2023.	Piezas fabricadas de agosto a septiembre del 2023.	Un tiempo en segundos promedio por pieza fabricada.
Tiempo de cambio de piezas durante parada de línea.	Tiempo promedio de cambio de pieza/ Tiempo total	Tiempos de cambio de pieza durante parada de línea.	Tiempos de cambios de pieza de mayo a junio del 2023.	Tiempos de cambios de pieza de agosto a septiembre del 2023.	Un tiempo en segundos promedio por cambio de pieza.
Cantidad de órdenes fuera del Lead Time de producción.	Reclamo x orden fuera de Lead Time/ Total de reclamos.	Órdenes fuera de Lead Time.	Órdenes fuera de Lead Time de mayo a junio del 2023.	Órdenes fuera de Lead Time de agosto a septiembre del 2023.	Un reclamo por orden fuera de Lead Time.

3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.3.1 Técnicas e instrumentos

Definición de Técnicas para recolectar datos

Técnica utilizada en la investigación para las tres variables: análisis documental.

Según Arias (2012) “Es el procedimiento o forma particular de obtener datos o información. La aplicación de una técnica conduce a la obtención de información, la cual debe ser guardada en un medio material de manera que los datos puedan ser recuperados, procesados, analizados e interpretados posteriormente” (p. 67).

Entendemos que existen diversas técnicas para obtener información, dependiendo del tipo de datos que se deseen recolectar y del propósito de la investigación. Algunas técnicas comunes incluyen la observación, la entrevista, el cuestionario y la encuesta. La observación implica la recolección de datos a través de la observación directa de un fenómeno o evento, mientras que la entrevista implica hacer preguntas a una o varias personas con el fin de obtener información específica. Los cuestionarios y encuestas, por otra parte, son formas estructuradas de obtener información de un gran número de personas, y se utilizan comúnmente en estudios de mercado y de opinión pública. Es importante seleccionar la técnica adecuada para cada situación, y asegurarse de que los datos recolectados sean precisos y relevantes para el objetivo de la investigación.

Martínez, C. (2014) indica lo siguiente:

Sobre las técnicas e instrumentos de recolección de datos:

“La generalización de los resultados de una investigación es parcialmente estadística y sustantiva en relación con el tema investigado. La primera guarda relación con la representatividad de las muestras, y la segunda con la representatividad y adecuación de las preguntas introducidas en los instrumentos de recogida de información.” (p.10)

Entendemos que es importante tener en cuenta que la generalización de los resultados no siempre es posible, especialmente en investigaciones que se enfocan en grupos específicos o en contextos muy particulares. En estos casos, es importante ser cuidadosos al interpretar los resultados y no extrapolarlos a situaciones diferentes.

En cuanto a la representatividad de las muestras, es fundamental que estas sean lo suficientemente grandes y variadas para que los resultados puedan ser considerados válidos y confiables. Además, es importante que la selección de los participantes sea aleatoria y no esté sesgada por criterios arbitrarios.

Por otro lado, la representatividad y adecuación de las preguntas es fundamental para obtener información precisa y relevante. Es importante que las preguntas sean claras, específicas y relevantes para el tema investigado, y que no estén sesgadas por prejuicios o supuestos previos.

En resumen, la generalización de los resultados de una investigación depende de varios factores, incluyendo la representatividad de las muestras y la adecuación de las preguntas. Es importante ser cuidadosos al interpretar los resultados y no extrapolarlos a situaciones diferentes.

Asimismo, se consideró que el instrumento para recolectar datos es el “recurso que utiliza el investigador para registrar información o datos sobre las variables en mente” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, p. 199).

Entendemos que el recurso al que se hace referencia se conoce comúnmente como "instrumento de recolección de datos". Este puede tomar varias formas, como cuestionarios, entrevistas, observaciones, pruebas o cualquier otro método que permita al investigador obtener información sobre las variables que está estudiando. Es importante que el instrumento elegido sea válido y confiable, es decir, que mida lo que realmente se pretende medir y que proporcione resultados consistentes y precisos. La elección del instrumento de recolección de datos dependerá de varios factores, como el tipo de estudio, las características de la población a estudiar y los objetivos del investigador. Es fundamental que el investigador tenga claro cómo utilizar el instrumento y cómo analizar los datos obtenidos para poder llegar a conclusiones válidas y relevantes.

Instrumentos para recolectar datos

Como instrumentos para la recolección de datos que se utilizaron en nuestras 3 variables fueron el registro de contenido de documento.

Según Niño (2011) “Recursos, medios, útiles, pruebas o herramientas, los instrumentos tienen como función capturar los datos o la información requerida con el fin de verificar el logro de los objetivos de la investigación, medir las variables y validar la hipótesis, en caso de que se contemplen” (p. 87).

Según Palella y Martins (2017) Un recurso que un investigador puede utilizar para acceder a un fenómeno y extraer información de él. Dentro de cada herramienta en particular, se pueden distinguir dos aspectos diferentes: forma y contenido. (p.125).

Las técnicas que se emplearán en la investigación de las 3 variables serán: El análisis documental, según Pinto (1991) es “el conjunto de operaciones (unas de orden intelectual y otras mecánicas y repetitivas) que afectan al contenido y a la forma de los documentos

originales, elaborándolos y transformándolos en otros de carácter instrumental o secundarios, que faciliten al usuario la identificación precisa, la recuperación y la difusión de aquellos”. (p.61).

Según Schellenberg (1956) los registros de contenido son “aquellos documentos de una institución pública y privada que son declarados merecedores de ser preservados permanentemente para propósitos referencia e investigación y que han sido depositados o han sido seleccionados para depositarlos en una institución archivística” (p.164).

Los registros, según la Comunidad de Madrid (2016) son documentos almacenados de forma física o digital que denotan evidencia de los trabajos ejecutados, resultados recogidos de una actividad o la fusión de ambas partes con el fin de conservar información para posteriormente ser utilizada en el análisis, gestión y demostración de procedimientos funcionales o no funcionales aplicados.

Definición de Análisis documental.

En opinión de Bavaresco (2002) “la investigación documental constituye prácticamente la investigación que inicia casi todas las demás por cuanto permite un conocimiento previo o bien del soporte documental o bibliográfico vinculado al tema objeto de estudio, conociendo los antecedentes y quienes han escrito sobre el tema”.

Mientras que para Tamayo y Tamayo (2000) “la investigación documental es que se realiza con base en revisión de documentos, manuales, revistas, periódicos, actas científicas, conclusiones y seminarios y/o cualquier tipo de publicación considerado como fuente de información.” (p.130)

Según Solís (2003): “El análisis documental es la operación que consiste en seleccionar ideas informativamente relevantes de un documento, a fin de expresar su contenido sin ambigüedades para recuperar la información contenida en él” (p. 34).

Según Bernal (2006) “Es una técnica basada en fichas bibliográficas que tienen como propósito analizar material impreso. Se usa en la elaboración del marco teórico del estudio. Para una investigación de calidad, se sugiere utilizar simultáneamente dos o más técnicas de recolección de información, con el propósito de contrastar y complementar los datos” (p. 177).

Definición de Registro de contenido

Según Delgado & Gutiérrez (1998): “Es necesario no sólo detectar la unidad de registro, sino también localizarla. Con vistas a esta localización, las unidades de registro suelen referirse a lo que se llama unidades de contexto, la cual es un marco interpretativo de la relevancia de las unidades de registro detectadas”. De esta forma, según el mismo autor:

“Una vez determinados los tipos de unidades de registro y de contexto, se pasa a la fase llamada codificación. Tales datos, son el conjunto de unidades de registro detectadas en los textos que deberán ser adscritas a sus respectivas unidades de contexto. Una vez codificadas las unidades pueden ser contabilizadas y relacionadas” (p.193)

Según Schellenberg (1956) los registros de contenido son “aquellos documentos de una institución pública y privada que son declarados merecedores de ser preservados permanentemente para propósitos referencia e investigación y que han sido depositados o han sido seleccionados para depositarlos en una institución archivística” (p.164).

En la tabla N° 8 se muestran las técnicas e instrumentos a emplear en el presente estudio; así como, los instrumentos a utilizar para cada una de ellas.

3.3.2 Criterio de validez y confiabilidad

Criterio de validez

Determinación de la Validez de los Instrumentos para la Investigación
En este proyecto de investigación, la empresa será responsable de confirmar la validez de los instrumentos a través del análisis de la documentación proporcionada. Dado que se trata de información real, se puede confiar en que los resultados serán precisos y confiables.

Según Bernal (2006), “La validez indica el grado con que pueden inferirse conclusiones a partir de los resultados obtenidos. Por lo tanto, un instrumento de medición es válido cuando mide aquello para lo cual está destinado” (p. 214).

Según Pineda (1994), “validez se refiere al grado en que se logra medir lo que se pretende medir. Esta característica es importante, pues es requisito para lograr la confiabilidad de los datos. Si una información es válida, también es confiable. Lo opuesto no necesariamente es cierto. Un dato puede ser confiable pero no válido”. (p.77).

Criterio de confiabilidad de los instrumentos

Determinación de la Confiabilidad de los Instrumentos para la Investigación Para este proyecto de investigación, la confiabilidad de los instrumentos se basará en el análisis de la documentación proporcionada por la empresa, ya que contiene información auténtica. Según Hernández, Fernández y Baptista (2010), “La confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales” (p. 200).

Según Pineda (1994), “confiabilidad se refiere a la consistencia, coherencia o estabilidad de la información recolectada. Los datos de una investigación son confiables cuando estos son iguales al ser medido en diferentes momentos, o por diferentes personas o por distintos instrumentos” (p.77).

3.3.3 Procedimientos para la recolección de datos

Mejorando la eficacia de la línea de producción mediante la recolección de datos.

El objetivo de este plan es utilizar una técnica de registro de tiempos de producción y tiempos de parada no planificados para obtener información histórica e indicadores.

A continuación, se analizarán los datos obtenidos para identificar los problemas y proponer soluciones.

Finalmente, se compararán los resultados obtenidos después de la implementación de estas soluciones para confirmar las hipótesis planteadas.

Para llevar a cabo este trabajo de investigación, se utilizará la técnica de análisis documental y se recopilará la información necesaria como se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8 *Técnicas e instrumentos de recolección de datos.*

Variable Dependiente	Indicador	Técnica	Instrumento
Tiempo de producción de piezas.	Tiempo promedio x pieza/Tiempo total	Análisis documental	Registro de contenido del documento: de cantidad de piezas fabricadas a la semana.
Tiempo de cambio de piezas.	Tiempo promedio de cambio de pieza/ Tiempo total	Análisis documental	Registro de contenido del documento: del tiempo de cambio de piezas durante las paradas de línea por semana.
Cantidad de órdenes fuera del Lead Time de producción.	Reclamo x orden fuera de Lead Time/ Total de reclamos	Análisis documental	Registro de contenido del documento: de tiempos de entrega de orden.

Nota: Datos proporcionado por la empresa.

3.4 Descripción de procedimientos de análisis de datos

Mediante la predeterminación de variables e indicadores respectivamente desarrollado párrafos anteriores se concibe medir, analizar y verificar los datos, y de esta manera proporcionar valores e información consolidada y requerida para el estudio de los resultados de la investigación. Para los cuales se usó herramientas específicamente desarrolladas para el correcto análisis de información como el software SPSS y Microsoft Excel. Se desarrolló la matriz de análisis de datos que permite una rápida identificación de las herramientas y estadísticas empleadas.

En la Tabla 9 se resume lo antes descrito indicando cada variable y su indicador respectivo.

Tabla 9 Descripción de procedimientos de análisis de datos.

Variable Dependiente	Indicador	Escala de Medición	Estadísticos Descriptivos	Análisis Inferencial
Tiempo de producción de piezas.	Tiempo promedio x pieza/Tiempo total	Razón	Tendencia central (media aritmética, mediana y moda) Dispersión (varianza, desviación estándar).	Prueba no paramétrica U de Mann Whitney.
Tiempo de cambio de piezas.	Tiempo promedio de cambio de pieza/ Tiempo total	Razón	Tendencia central (media aritmética, mediana y moda) Dispersión (varianza, desviación estándar).	Prueba paramétrica T-student de muestras independientes.
Cantidad de ordenes fuera de Lead Time de producción.	Reclamo x orden fuera de Lead Time/ Total de reclamos	Razón	Tendencia central (media aritmética, mediana y moda) Dispersión (varianza, desviación estándar).	Prueba paramétrica T-student de muestras independientes.

Nota: Elaboración propia de los investigadores.

CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Presentación de resultados

Generalidades

La empresa Electromecánica Silva S.A.C comenzó con sus operaciones hace, cuenta con una gama amplia de productos de piezas de metal para industrias relacionadas al sector. La compañía brinda sus servicios y productos para el sector privado y estatal, en distribuidores independientes y potenciales consumidores. La organización, está situada en la ciudad capital de Lima, en el distrito de San Juan de Miraflores. A continuación, se aprecia la fachada de organización en la Figura 22.

Figura 22 Parte frontal de Electromecánica Silva.



Nota: Datos proporcionados por la empresa.

La organización está conformada por un grupo de veinticuatro trabajadores, quince de ellos pertenecientes al área de manufactura, esto incluye todo el recorrido de inicio con el ingreso de M.P hasta el área de APT.

Con el transcurrir del tiempo, las proyecciones han ido cambiando en función a la ampliación de su gama de productos y servicios ofrecidos para llegar a potenciales clientes en diversas industrias y logrando así establecer alianzas sólidas en el tiempo debido a la confianza y servicio brindado, esto ayudó a reducir el índice de mermas e incrementar los niveles de calidad de la producción debido a la alta confiabilidad de los clientes en nosotros lo cual consideramos que debe ser retribuido brindando un excelente producto y servicio.

Visión

La misión de la empresa consiste en ser considerado líder como proveedor de piezas y servicios gracias a nuestra calidad, compromiso y cumplimiento con nuestros clientes en este competitivo mercado.

Misión

Se tiene un claro objetivo el cual ser líder en el sector privado y estatal de productos metalmecánicos. Se promueve buscar, resaltar: la confianza, responsabilidad y así ser el ejemplo para los colaboradores.

Como cumplir a tiempo es señal de compromiso con el cliente, este elemento del servicio se ha venido deteriorando, haciendo necesario, mejorar el tiempo de ciclo por pieza porque se está demorando por lo tanto la presente investigación ha tomado una pieza importante para evidenciar la mejora

En este proyecto de optimización del tiempo de producción, se evidencia una reducción del tiempo de fabricación, esto se muestra, en la Tabla 10, se explican y desarrollan el rango de tiempo para realizar las evaluaciones correspondientes pre y post al estudio.

Tabla 10 *Periodo de la investigación.*

Inicio PRE	Fin PRE
MAYO 2023	JUNIO 2023
Periodo de análisis y mejora JUNIO 2023 – JULIO 2023	
Fecha de Inicio POST	Fecha Fin POST
AGOSTO 2023	SEPTIEMBRE 2023

Nota: Datos proporcionados por la empresa

Objetivo específico N° 1

Aplicar la metodología 5'S para reducir el tiempo de producción de las piezas en una empresa Electromecánica.

Situación antes (Pre test)

En la situación inicial del primer objetivo, se detectó que existe una problemática la cual se encuentra afectando los tiempos de producción, luego de un análisis previo se aprecia que el origen principal que causa esta situación es por diversos motivos como la falta de organización, falta orden y falta de limpieza dentro de las áreas precisamente en el área de manufactura, en primer estancia logramos analizar que algunos de los factores causales de dicha situación son materiales, productos, desechos en lugares no adecuados cerca y dentro del área de producción los cuales muchas veces generan obstaculizaciones e impiden el desplazamiento de los trabajadores desde un área hacia otra, es así que también existe una desorganización de las herramientas de trabajo lo cual se encuentra generando sobre tiempos al momento de buscarlas y de necesitarlas durante la producción, también se aprecia que no existe una delimitación u señalización entre las áreas de trabajo lo cual no permite un correcto desplazamiento del personal debido a que existen materiales u objetos que obstruyen el paso por último se aprecia que los desechos y residuos generados como mermas por parte del maquinado de las piezas elaboradas, se suelen dejar acumulados dentro de las maquinarias generando una acumulación de los mismos lo cual no facilita e impide el flujo eficiente de los procesos, los hechos mencionados anteriormente repercuten directamente afectando los tiempos de producción ocasionando que no se logre con el objetivo del cumplimiento de piezas producidas.

La empresa Electromecánica Silva cuenta con una gama diversa de productos actualmente cuenta con 3 tipos de productos que suelen tener mayor demanda de en la empresa.

-Bocina de bronce para Tazón.

-Cople de acero SCH80.

-Impulsor de bronce SAE 64.

En la Figura N° 23 se aprecia el Impulsor de bronce SAE 64, el cual tiene como función principal transferir, energía mediante el cual se acciona la bomba el fluido, el cual se encuentra transportando de forma acelerada el fluido radialmente hacia el exterior.

Figura 23 *Impulsor de bronce SAE 64.*



Nota: Datos proporcionados por la empresa.

En la Figura N° 24, se aprecia el Cople de acero SCH80, el cual tiene como función principal conectar y anexar la tubería una detrás de otra cargando y soportando el peso de los tubos de la parte inferior.

Figura 24 *Cople de acero SCH80*



Nota: Datos proporcionados por la empresa.

En la Figura N° 25, se aprecia la bocina de bronce para tazón, la cual cuenta como función principal evitar el desgaste prematuro del fierro fundido de los tazones, el bronce es un material el cual soporta las vibraciones y estabiliza el eje de la bomba.

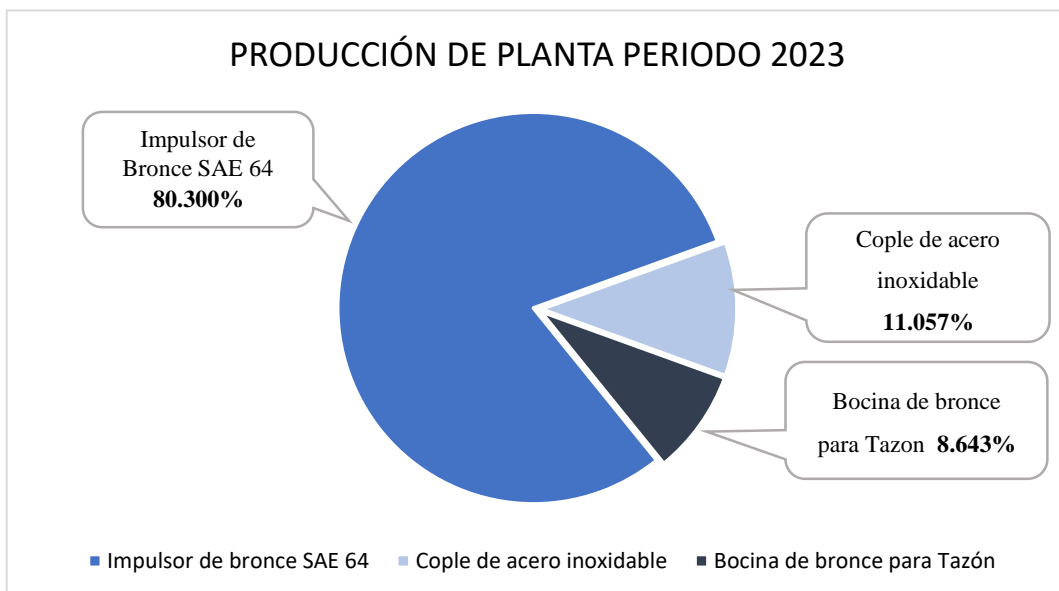
Figura 25 Bocina de bronce para tazón



Nota: Datos proporcionados por la empresa.

En resumen, a las piezas antes mencionadas, se evaluó el desarrollo e investigación del producto Impulsor de bronce SAE 64 el cual representa el mayor % de producción de la organización durante el transcurso de 2023, para mayor detalle a continuación ver Figura 26 basado en la tabla N° 11.

Figura 26 Ubicación mayoritaria de la empresa.



Nota: Datos proporcionados por la empresa.

De esta manera, podemos apreciar en la Tabla 11 y además corroborar que en la empresa Electromecánica Silva, uno de los principales productos el cual se aprecia con mayor importancia según la información mostrada es el Impulsor de bronce SAE 64 este conforma la mayor parte en porcentaje del 80.300% el cual resulta representativo en lo que va del año 2023, así mismo con proyección similar para el año 2024, frente a los otros dos productos adicionales que representan un porcentaje no tan alto de la producción los cuales son los siguientes: Cople de acero inoxidable el cual cuenta con un porcentaje de 11.057% por ultimo pero no menos importante tenemos la Bocina de bronce para Tazón cuenta con un porcentaje del 8.643%

Este tipo de pieza ya antes mencionado con un alto porcentaje de la producción denominado Impulsor de bronce SAE 64, se ha consolidado durante el transcurso del tiempo como un bien rentable, tanto dentro del mercado interno y externo. Con la fabricación de este impulsor se ha incrementado principalmente en su uso para el sector estatal y privado durante los últimos años.

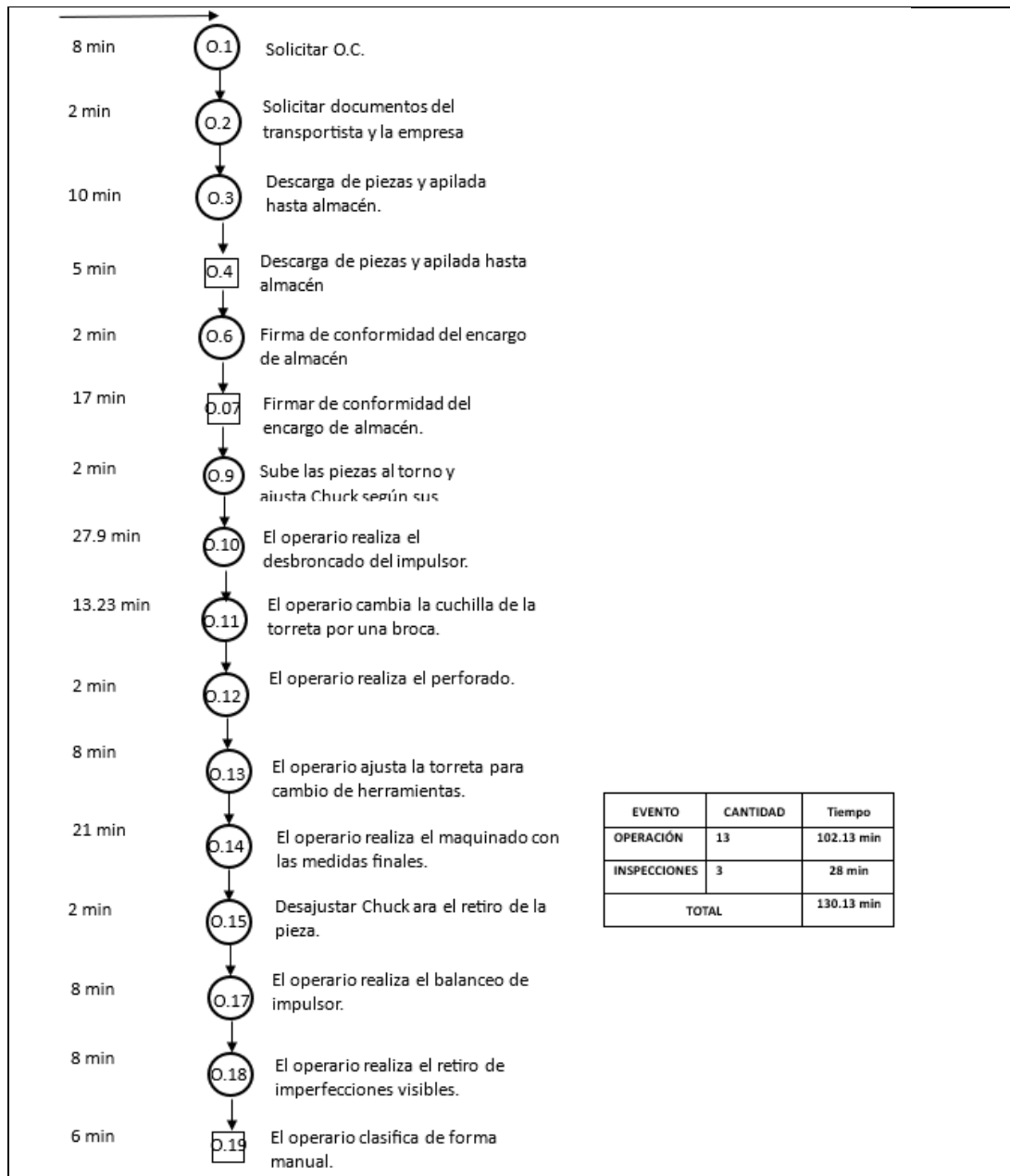
Tabla 11 *Producción general 2023.*

TIPO	PORCENTAJE (%)
Impulsor de bronce SAE 64	80.300
Cople de acero inoxidable	11.057
Bocina de bronce para Tazón	8.643
TOTAL	100.000

Nota: Datos proporcionados por la empresa.

A continuación, en la Tabla 12 se aprecia que se utilizó la herramienta DOP (Diagrama de Operaciones del Proceso) con el objetivo de lograr detallar, diagramar y dar a conocer el proceso de fabricación de Impulsor de bronce SAE 64 logrando así tener una mejor apreciación del proceso.

Tabla 12 Diagrama de Operaciones del Proceso de Impulsor de bronce SAE 64.



Nota: La figura representa un Diagrama de Operaciones del Proceso adaptado de Niebel, B. W., Freivalds, A. (2004). INGENIERÍA INDUSTRIAL 11a: MÉTODOS, ESTÁNDARES Y DISEÑO DEL TRABAJO. España: Alfaomega.

Antes de proceder con la aplicación de la herramienta dentro del área de manufactura se analizó y realizó un diagnóstico del know-how de que referencia o relación encontraban los colaboradores en las distintas fases de la metodología, teniendo en consideración la matriz 5S desarrollada y enfocada a la organización.

Se aprecia la Tabla 13, factores a utilizar para la calificación del checklist para el cual se asignan los valores desde 0 a 3 para el cual 0 es nunca, 1 es muy pocas veces, 2 es pocas veces y por último 3 algunas veces, según el nivel de criticidad con lo cual se logrará obtener el porcentaje final.

Tabla 13 *Criterios de Puntuación*

Puntuación	Interpretación
0	Nunca
1	Muy pocas veces
2	Pocas veces
3	Algunas veces

Nota: Elaboración propia.

Se reviso la información en un checklist generado para el cual se cuenta con preguntas relacionadas directamente respecto a la metodología 5S clasificadas independientemente en cada S, para ello se organizó estas preguntas de la forma ideal para poder obtener un diagnóstico del área de producción y así lograr obtener un análisis radar con el cual poder identificar los puntos fuertes y débiles de cada una de las S en la empresa Electromecánica Silva.

Según Tabla 14, se aprecia que en cada “S” se encontraron 3 preguntas específicas, formando un total de 15. Este checklist nos ayuda como radar para analizar el conocimiento, aplicación de las 5S y estado actual de la empresa. De igual forma, ninguna celda contiene el valor máximo de 3, opuesto a lo antes mencionado, gran parte de cuenta con el mínimo puntaje.

Tabla 14 Checklist de 5s.

5S	PREGUNTAS	Puntuación			
		0	1	2	3
SEIRI	1.- ¿Las herramientas u items se encuentran clasificadas?	X			
	2.- ¿Existe criterio establecido para la clasificación de los items?		X		
	3.- ¿Existe periodo de depuración de los items innecesarios?	X			
	Total	1			
SEITON	1.- ¿Las áreas de trabajo se encuentran marcadas?		X		
	2.- ¿La MP se encuentra organizado en anaqueles etiquetados?	X			
	3.- ¿Los items se encuentran ordenados de acuerdo al inventario?			X	
	Total	3			
SEISO	1.- ¿Limpia el área de trabajo luego de la jornada laboral?			X	
	2.- ¿Existe cronograma de limpieza e inspección en la empresa?	X			
	3.- ¿Existe encargado que coordina la limpieza del área?	X			
	Total	2			
SEIKETSU	1.- ¿Existen procedimientos para uso de equipos y herramientas?	X			
	2.- ¿Realiza control visual en busca de oportunidades de mejoras?			X	
	3.- ¿Realiza mantenimiento y revisión de 3 primeras "S"?	X			
	Total	2			
SHITSUKE	1.- ¿Los reglamentos establecidos se cumplen de manera óptima?	X			
	2.- ¿Se realiza evaluación del ambiente?		X		
	3.- ¿Se mantiene un ambiente adecuado?		X		
	Total	2			

Nota: La figura representa un checklist 5S adaptado de Hirano, H. (1995). 5 Pillars of the Visual Workplace. Reino Unido: Taylor & Francis.

Con los datos obtenido en la Tabla 15 posterior al diagnóstico inicial obtenido se continuo con el desarrollo del gráfico radial como se aprecia en la Figura 13, la calificación generada fue establecido con la ponderación en cada bloque evaluado, Seiri generó un valor de 1 en global de 15 puntos , Seiton generó un valor de 3 en global de 15 puntos, Seiso generó un valor de 2 en global de 15 puntos, Seiketsu generó un valor de 2 en global de 15 puntos, Shitsuke generó un valor de 2 en global de 15, produciendo un valor general de 2 respecto al cumplimiento con las 5S.

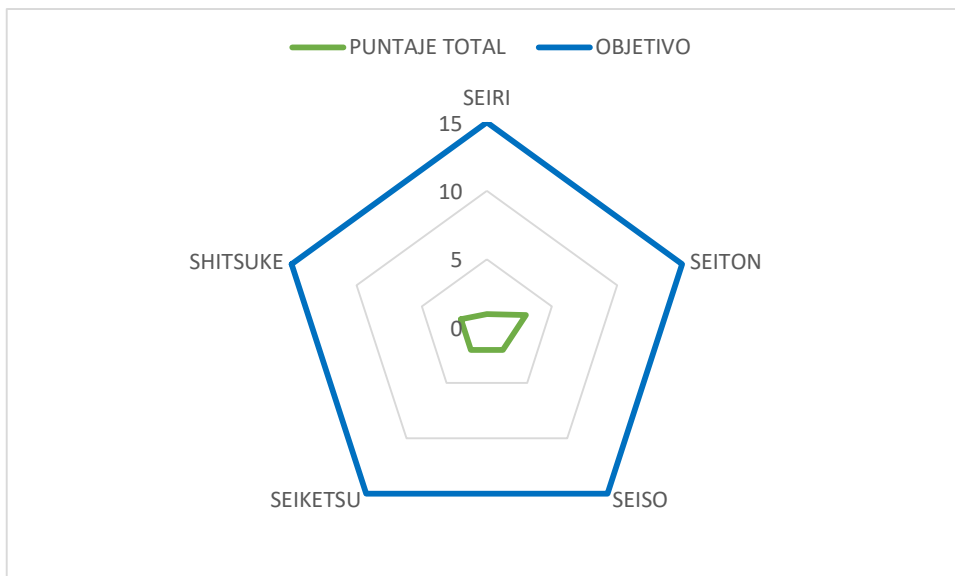
Tabla 15 Cuadro resumen.

FASE	PUNTAJE TOTAL	OBJETIVO	% DE EVALUACIÓN
SEIRI	1	15	7%
SEITON	3	15	20%
SEISO	2	15	13%
SEIKETSU	2	15	13%
SHITSUKE	2	15	13%
CUMPLIMIENTO	2	15	13%

Nota: Datos proporcionados por la empresa.

Según Figura 27 la organización no tiene presente el Know How en las 5S, se determinó como recomendación que la organización inicie con la practica en las 3 primeras "S" ya que se consideran principales para el desarrollo y correcta aplicación a largo del tiempo. De igual forma se aprecia el tamaño e uniformidad de la brecha, ubicada con cercanía al punto 0 lo cual contribuye a la necesidad de la aplicación de las 5S. Por consiguiente, se observan las imágenes que existe un no cumplimiento de las 3 primeras 'S', esto se ve reflejado el resultado obtenido.

Figura 27 Ubicación Gráfico radial (Radar 5S Diagnostico).



Nota: Elaboración Propia

En la Figura 28, se evidencia que no existe un área establecida para la recepción de MP, ya que como se aprecia en la foto se encuentra distribuido alrededor de las maquinarias y cerca al área de trabajo.

Figura 28 *Obstáculos en el área de trabajo.*



Nota: Datos proporcionados por la empresa.

En la Figura 29, se evidencia un desorden en la documentación y fichas de producción lo cual ocasiona demoras en la fabricación al no encontrar la información requerida para la orden.

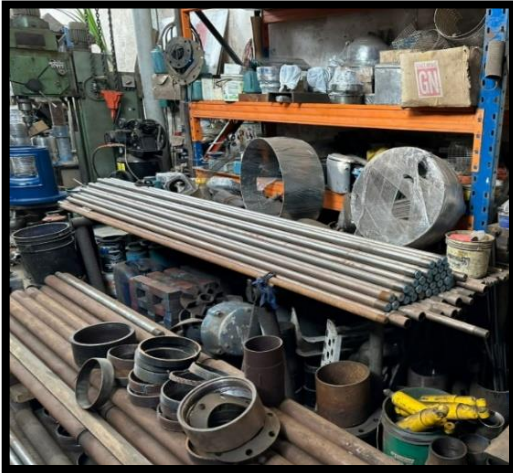
Figura 29 *Falta de manuales y procedimientos.*



Nota: Datos proporcionados por la empresa.

Según Figura 30, evidencia la inexistencia de un lugar preestablecido para correcto almacenamiento de productos posterior a la compra de MP considerado como uno de los factores originarios en demoras durante despacho, también causante daños en productos.

Figura 30 *Mal organización de las herramientas.*



Nota: Datos proporcionados por empresa.

Según Figura 31, se aprecia la inexistencia de una delimitación establecida en las áreas de trabajo y productos, barriles alrededor de la maquinaria, lo cual impide el paso del operario de una máquina hacia otra esto propicia demoras durante el despacho.

Figura 31 *Falta de limpieza en maquinaria.*



Nota: Datos proporcionados por la empresa.

En la Figura 32, se pronuncia inexistencia de un criterio establecido para selección de objetos los cuales deben estar ubicados en almacén, esto dificulta encontrar y buscar herramientas al momento del despacho.

Figura 32 *Incorrecta organización de MP.*



Nota: Datos proporcionados por empresa.

Según Figura 33, se pronuncia la inexistencia de cultura de limpieza de la empresa esto desencadena un exceso y acumulación de basura y ocupa demasiado espacio en barriles que no suelen ser desechados con regularidad.

Figura 33 *Almacenamiento excesivo de residuos.*



Nota: Datos proporcionados por la empresa.

Luego del análisis radar realizado en la empresa, se propone fortalecer el compromiso brindado y otorgado por las 5S en la organización y lograr así una correcta aplicación en forma óptima y esto ayude a reflejar una optimización respecto a la productividad durante el proceso de manufactura.

Un factor principal y problema que influye durante la manufactura del Impulsor de bronce SAE 64, es el tiempo de fabricación respecto a la fecha de entrega pactado con el cliente lo cual repercute en incumplimientos, incomodidad del cliente al no cumplir con la programación del despacho acordado.

Muestra antes (Pretest)

En el desarrollo de la investigación en relación con la muestra pre, procedimos con medición de tiempo en fabricación respecto al Impulsor de bronce SAE 64, el cual se realizó durante los meses de mayo y junio del 2023 de forma periódica semanal y se recopiló como resultados aquellos que se aprecian registrados en las Tabla N°16, N°17, N°18, N°19.

Para lo cual se realizó la medición de los tiempos semana a semana durante el proceso de fabricación en la máquina del torno logrando así poder evaluar el tiempo promedio de piezas fabricadas durante la jornada laboral en las tablas antes mencionadas se aprecia con mejor detalle y exactitud la información recopilada con la cual se llevó el registro del estudio realizado.

Resultados de Evaluación Pre-Test:

Tabla 16 Registro de tiempos por proceso Pre-Test Primer Semana.

Semana-1	Desbrincado	Perforado	Maquinado	Balanceado	Limpieza de impurezas	\sum Actividades en (Seg.)	Tiempo Prom. en (min.)
Lunes	1680	678	1693	1207	1560	6818	114
Martes	1706	682	1589	1209	1626	6812	114
Miércoles	1651	707	1623	1228	1579	6788	113
Jueves	1679	696	1568	1235	1637	6815	114
Viernes	1654	662	1672	1273	1548	6809	113
TOTAL	1674	685	1629	1230	1590	6808	113

Nota: Datos proporcionado por la empresa.

A continuación, en la Tabla 16 encontramos datos correspondientes registrados luego del diagnóstico radar 5S sobre los procesos del objeto de estudio denominado Impulsor de Bronce SAE 64, esta tabla contiene la recopilación de tiempos realizado durante la Primera semana del estudio, el estudio se realizó durante la jornada laboral de lunes a viernes dentro del área de manufactura, la tabla contiene diversos procesos que se realizan internamente tales como: Desbrincado, Perforado, Balanceado, Limpieza de impurezas, adicional a ello apreciamos la \sum Actividades en (Seg.) y \sum Actividades en (min.), se registra los tiempos para cada proceso en segundos y con esto logramos obtener el Tiempo Prom. en minutos para la fabricación del Impulsor de Bronce SAE 64.

Tabla 17 Registro de tiempos por proceso Pre-Test Segunda Semana.

Semana-2	Desbrincado	Perforado	Maquinado	Balanceado	Limpieza de impurezas	Σ Actividades en (Seg.)	Tiempo Prom. en (min.)
Lunes	1623	623	1707	1221	1629	6803	113
Martes	1754	718	1664	1245	1572	6953	116
Miércoles	1626	634	1673	1203	1698	6834	114
Jueves	1638	704	1701	1249	1675	6967	116
Viernes	1654	661	1655	1245	1666	6881	115
TOTAL	1659	668	1680	1233	1648	6888	115

Nota: Datos proporcionado por la empresa.

A continuación, en la Tabla 17 encontramos un nuevo registro de tiempos, el cual fue realizado durante la Segunda semana del mes de estudio para el Impulsor de Bronce SAE 64, apreciando la variación de los tiempos progresivamente día tras días.

Tabla 18 Registro de tiempos por proceso Pre Test Tercer Semana.

Semana-3	Desbrincado	Perforado	Maquinado	Balanceado	Limpieza de impurezas	Σ Actividades en (Seg.)	Tiempo Prom. en (min.)
Lunes	1637	604	1632	1247	1558	6678	111
Martes	1779	761	1620	1254	1531	6945	116
Miércoles	1710	624	1627	1293	1578	6832	114
Jueves	1709	735	1643	1218	1571	6876	115
Viernes	1760	761	1640	1231	1536	6928	115
TOTAL	1719	697	1632	1249	1555	6852	114

Nota: Datos proporcionado por la empresa.

A continuación, en la Tabla 18 encontramos un nuevo registro de tiempos, el cual fue realizado durante la Tercera semana del mes de estudio para el Impulsor de Bronce SAE 64.

Tabla 19 Registro de tiempos por proceso Pre Test Cuarta Semana.

Semana-4	Desbronado	Perforado	Maquinado	Balanceado	Limpieza de impurezas	Σ Actividades en (Seg.)	Tiempo Prom. en (min.)
Lunes	1758	711	1659	1295	1539	6962	116
Martes	1708	749	1689	1255	1568	6969	116
Miércoles	1734	760	1657	1270	1533	6954	116
Jueves	1693	771	1648	1284	1501	6897	115
Viernes	1682	724	1680	1203	1570	6859	114
TOTAL	1715	743	1667	1261	1542	6928	115

Nota: Datos proporcionado por la empresa.

A continuación, en la Tabla 19 encontramos un nuevo registro de tiempos, el cual fue realizado durante la Cuarta semana del estudio para el Impulsor de Bronce SAE 64.

Aplicación de la teoría para el Primer objetivo específico

Según Tabla 20, apreciamos la división en 3 etapas de investigación: planificar, desarrollar e implementar y por último evaluación de resultados, dentro del cual se agrupa los pasos a trabajar. De igual manera, resaltamos que la aplicación de la herramienta 5S estará enfocada y direccionada hacia el primer objetivo específico.

Tabla 20 Etapas de la ampliación de la teoría.

PRIMERA ETAPA: PLANEAMIENTO	SEGUNDA ETAPA: IMPLEMENTACIÓN	TERCERA ETAPA: RESULTADOS
*Objetivos *Creación del comité 5S *Programación de actividades	*Seiri *Seiton *Seiso *Seiketsu *Shitsuke	*Reducción del tiempo de fabricación *Cumplimiento de las ordenes *Incremento de la productividad

Nota: Datos proporcionado por la empresa.

Primera etapa: Planteamiento

El enfoque principal para la correcta ejecución de las 5S, es optimizar el tiempo de manufactura realizando la depuración de objetos que no generan valor agregado, acorde al flujo de pasos generado por a la escasez de Know How de la herramienta en cuestión.

Conformación del equipo

Al ser una pequeña empresa deberá estar conformado por el propietario y el personal de producción, En la Tabla 21 se aprecia a los miembros que conforman el comité 5S.

Tabla 21 *Miembros del Comité 5S*

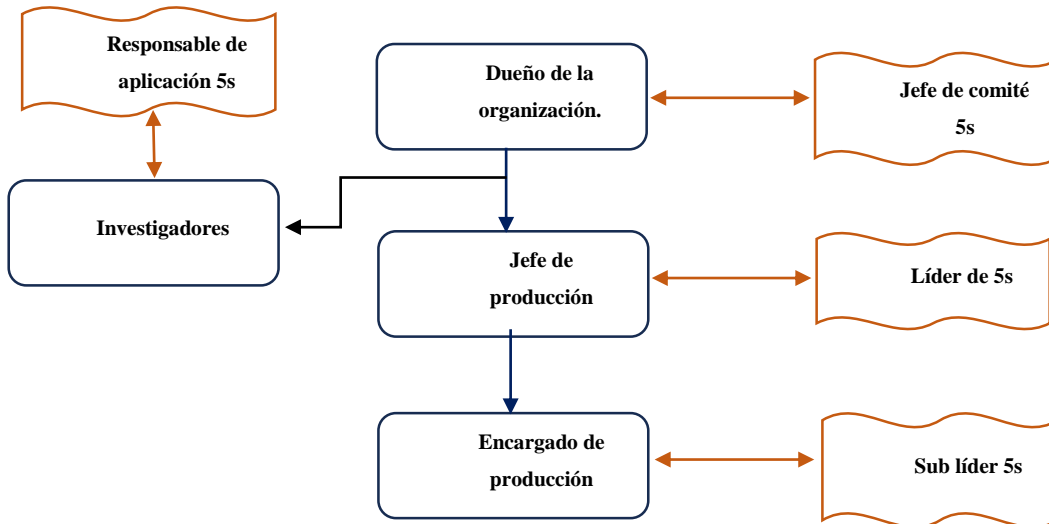
N	Miembros del equipo
1	Propietario de la empresa
2	Jefe de producción
3	Encargado de producción
4	Equipo de investigación

Nota: Elaboración propia.

Se decidió establecer un organigrama para el comité de 5S en la empresa el cual se encuentra detallado en la Figura 34 a continuación.

- ✓ Dueño de la organización: Tiene que organizar al equipo de limpieza, de igual forma la coordinación de auditorías de manera semanal.
- ✓ Jefe de producción: Designado para ejecutar y supervisar las fases establecidas para lograr el propósito del equipo.
- ✓ Encargado de producción: Tendrá que verificar y supervisar que se realice el uso correcto de las 5s.
- ✓ Investigadores: Encargados de realizar seguimiento de la correcta ejecución de la herramienta en cuestión.

Figura 34 *Organigrama del comité 5S.*



Nota: Elaboración propia.

Cronograma de actividades para la aplicación las 5S

Se formo la creación de un cronograma agrupando actividades a realizar, en la que se emplearon 4 semanas para su progreso según Tabla 22.

Tabla 22 Cronograma de actividades – Implementación 5S.

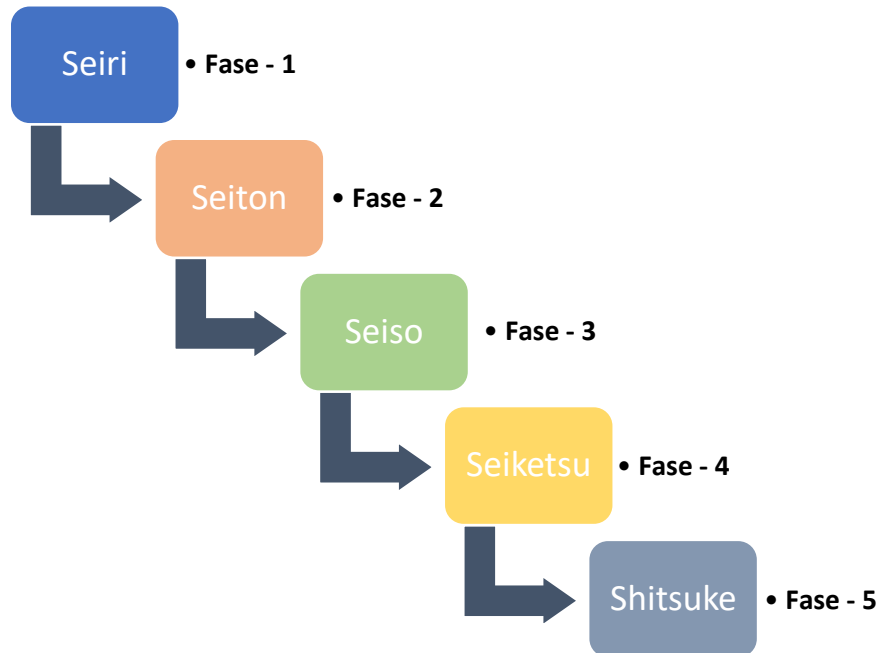
					MAYO																			
					SEMANA 1				SEMANA 2				SEMANA 3				SEMANA 4							
Nº	TAREAS	RESPONSABLE	INICIO	FIN																				
1	Coordinación del Comité 5S y asignación de responsabilidades	Propietario de la empresa + Equipo de investigación	13/06/2023	13/06/2023	■	■																		
2	Explicación y capacitación de las 5S en la empresa	Jefe de P. + Sup. de P. + Equipo de investigación	14/06/2023	15/06/2023				■	■	■														
3	Evaluación de situación inicial en el área de producción	Jefe de P. + Sup. de P.	16/06/2023	16/06/2023										■	■									
4	Implementación Fase - 1: Clasificar	Jefe de P. + Equipo de investigación	17/06/2023	17/06/2023											■	■	■							
5	Verificación - Fase - 1: Clasificar	Equipo de investigación + Comité 5S	18/06/2023	19/06/2023													■	■	■					
6	Implementación Fase - 2: Ordenar	Jefe de P. + Equipo de investigación	20/06/2023	20/06/2023																		■	■	■

Nota: Elaboración Propia

Segunda etapa: Implementación

Las 5S está conformado de 5 etapas para su correcto desarrollo las cuales se aplicaron en el siguiente estudio Figura 35.

Figura 35 Etapas de las 5S.



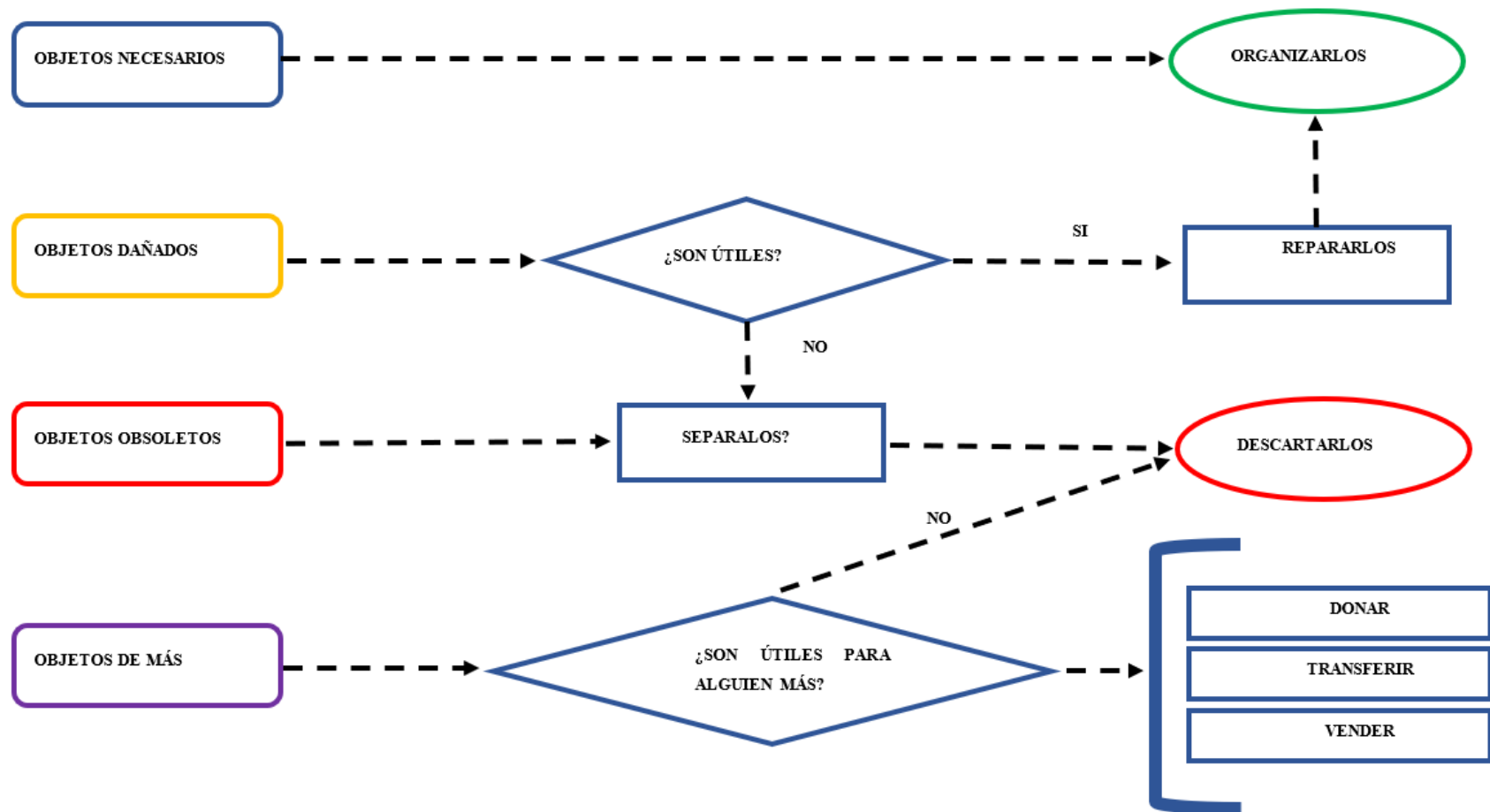
Nota: Elaboración propia.

Fase 1: Seiri (Clasificar)

Aplicación de la Fase-1: Reuniones Informativas para el Personal de Producción
El comité de 5S organizó reuniones con el personal de producción para iniciar la implementación de la Fase-1. Durante estas reuniones, se explicó la metodología, se detalló el significado de la primer "S" y se aclararon dudas sobre cómo identificar elementos innecesarios para "denunciarlos" mediante el uso de tarjetas rojas. Se tomaron 10 minutos diarios durante tres días consecutivos antes de la finalización de la jornada laboral.

Acumulación de Objetos Innecesarios y su Clasificación
Es común que los objetos innecesarios se acumulen por temor a que puedan ser útiles en el futuro, lo que ocupa espacio y genera obstáculos entre las áreas de trabajo. Para clasificarlos se ha establecido un criterio expresado en el diagrama de flujo de la Figura 36.

Figura 36 Diagrama de Flujo para la clasificación.



Nota: Elaboración propia.

Clasificación de objetos en la Fase-1 del proceso de producción
En la Fase-1 del proceso de producción, se inició la clasificación de objetos utilizando tarjetas rojas. Las tarjetas rojas contenían información para acoplar objetos en lugares separados, depuración de objetos, reubicarlos o reciclarlos, y poder determinar su lugar óptimo en el área de manufactura.

Una vez completadas las tarjetas rojas con la información respectiva, se procedió a tomar decisiones sobre qué hacer con los objetos reportados. En la Figura 37, se muestra el modelo de tarjeta empleado por los trabajadores para reportar elementos que no son de gran importancia.

Figura 37 Tarjeta Roja para la clasificación de objetos.

TARJETA ROJA

FECHA:
ÁREA:
ITEM:
CANTIDAD:

ACCIONES

ELIMINAR
 REUBICAR/ TRASFERIR
 REPARAR
 RECICLAR

COMENTARIO

Nota: Elaboración propia

La Fase de Clasificación duró tres días, durante los cuales se colocaron tarjetas rojas según las instrucciones previas. Luego del análisis de la información obtenida, los miembros del Comité 5S decidieron mover temporalmente los elementos innecesarios a un lugar disponible antes de aplicar la medida correctiva. En total, se utilizaron 25 tarjetas rojas para identificar diferentes objetos, los cuales se clasificaron de la siguiente manera: agrupar espacio separado (8%), eliminar (30%), reciclar (13%), reparar (20%) y reubicar (29%). Para más detalles, consulte la Tabla 23.

Tabla 23 Lista de acción correctiva de objetos observados.

CANT	UND	OBJETO	ACCIÓN CORRECTIVA	TOTAL DE TARJETAS	% DE TARJETAS COLOCADAS
8	UN	Paquetes de viruta almacenada	Eliminar	1	5
53	UN	Ejes de acero	Agrupar en espacio separado	5	25
53	UN	Tubos amontonados	Agrupar en espacio separados		
23	UN	Herramientas incompletas	Reubicar		
8	UN	Piezas rotas	Eliminar		
16	UN	Herramientas oxidadas	Eliminar		
20	KG	Bronce	Reciclar	2	10
6	UN	Barras bronce para bocinas	Reagrupar en espacios separados		
3	UN	Taladro radial	Reparar	3	15
3	UN	Gabinetes	Reparar		
1	UN	Porton	Reparar		
3	UN	Fresa	Reubicar	9	45
1	UN	Torno	Reubicar		
50	UN	Herramientas	Reubicar		
8	UN	Llantas	Reubicar		
50	KG	Cuerdas	Reubicar		
1	UN	Grupo electrógeno	Reubicar		
15	UN	Casilleros	Reubicar		
5	UN	Tachos	Reubicar		
8	UN	Barril Gasolina	Reubicar		
				20	100

Nota: Elaboración propia

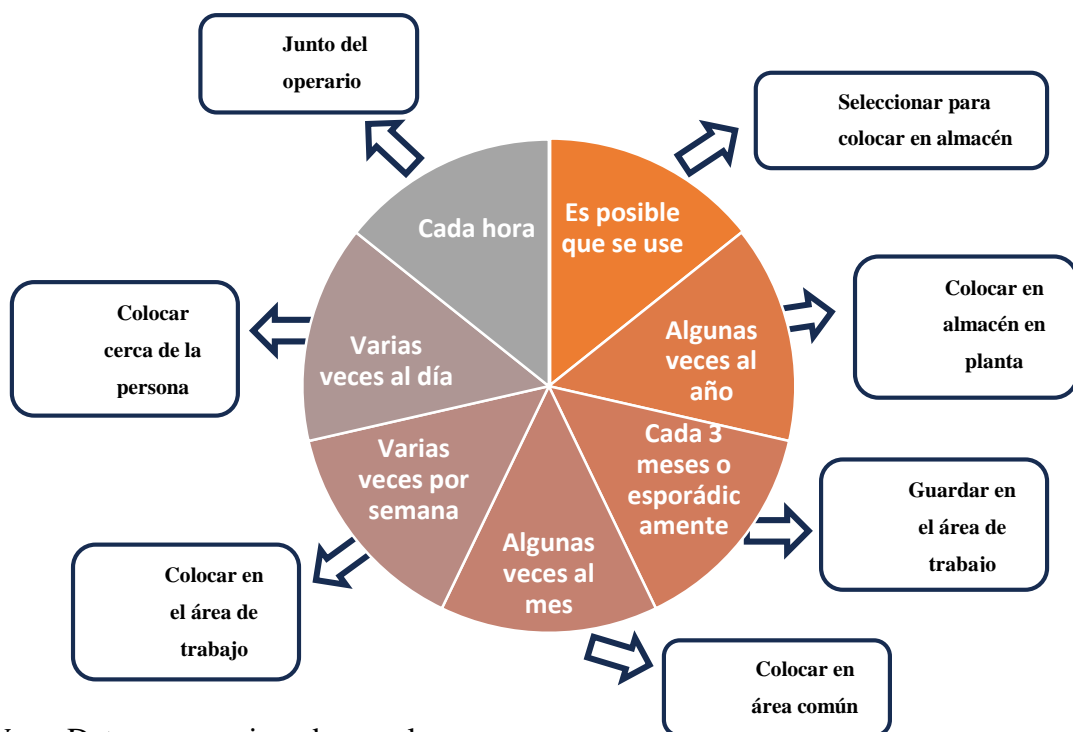
Fase 2: Seiton (Orden)

Implementación de la Segunda Etapa de "5S" en el Área de Producción

Después de completar la primera fase, el comité de 5S comenzó a aplicar la segunda "S". El objetivo principal de esta etapa fue identificar las herramientas y materiales de trabajo que no estaban organizados y colocarlos en un lugar preestablecido para un acceso más fácil.

Se llevó a cabo una reunión con el personal del área de producción que duró 30 minutos para profundizar la aplicación de la segunda etapa. Durante la reunión se explicó la importancia de mantener las herramientas organizadas y accesibles para evitar retrasos o cuellos de botella en la producción al buscar herramientas específicas de urgencia. Para establecer un nuevo hábito de orden en el lugar de trabajo, se dedicaron 20 minutos al día durante 3 días para implementar correctamente esta etapa. Luego, se realizó la organización de objetos preseleccionados del área para ser ubicados dada la frecuencia de utilidad, ver el diagrama de la Figura 38 como ayuda.

Figura 38 *Ubicación de materiales según uso.*



Nota: Datos proporcionados por la empresa

Se apreció que no existía una delimitación de espacios en el área de trabajo, lo cual evidenciaba la falta de orden y mal organización de lugar de trabajo y maquinaria, así como la presencia de objetos que obstruían el libre tránsito y flujo constante de entre áreas. Para ello se organizó la organización y medición del área de trabajo para lograr optimizar del desplazamiento de un área a otra, evitar accidentes laborales por la presencia de objetos fuera de su lugar establecido Como medida adicional, se capacitó a los operarios del área de producción durante 20 minutos al día durante tres días, para concientizarlos respecto a las marcaciones señaladas y transformarlos en auditores de sus

propios procesos mediante el desarrollo de las reglas dadas en el Comité 5S. La Tabla 24 refleja los comentarios realizados.

Tabla 24 Cuadro comparativo del antes VS el después de la aplicación de la señalización.

ANTES	DESPUÉS
	
	
	

Nota: Datos proporcionados por la empresa

Es importante contar con la señalización de emergencia para lograr reducir accidentes de surgir algún imprevisto, para ello se realizó el adecuado análisis e inspección para determinar el lugar adecuado para ubicar las señalizaciones de emergencia dentro del área de manufactura. Lo mencionado anteriormente se muestra en la Tabla 25.

-Entrada y salida: Señalizaciones que muestran dirección establecidas.

-Riesgos eléctricos: Señalizaciones que advierten de riesgos o peligros.

-Extintor: Botiquín, zonas seguras en casos de sismos y luces de emergencias.

Tabla 25 Señalizaciones implementadas en el área de manufactura.

GRÁFICOS PREVENTIVOS	
	
	

Nota: Datos proporcionados por la empresa

Fase 3: Seiso (Limpieza)

Implementación de la Tercera Fase: Limpieza y Organización en el Área de Trabajo

Para llevar a cabo la 3° fase del proceso, se llevó a cabo una concisa capacitación respecto la importancia de que el área de trabajo y las herramientas tienen que prevalecer limpias. Como resultado, se acordó realizar una limpieza diaria según se muestra en la Tabla 26, lo que permitió que todo estuviera en su lugar. La correcta ejecución de la fase de limpieza y organización tiene numerosos beneficios para el orden y el funcionamiento adecuado de los equipos, así como para su durabilidad en el tiempo.

El desarrollo de la limpieza contiene un grupo de pasos, así como reglas las cuales ya están preestablecidas las cuales deben seguir los trabajadores esto ayuda a forjar disciplina para el posterior desarrollo de los 5 pasos:

- Analizar el área se limpiará.
- Determinar y otorgar las labores de limpieza.
- Preestablecer los pasos de la organización de limpieza a seguir.
- Alistar las herramientas de limpieza a utilizar.
- Iniciar con labor de limpieza.

Según Tabla 26 que se presenta a continuación, se puede apreciar la comparación entre el antes y el después de la implementación de las 5S en la empresa, específicamente en el área de producción.

Tabla 26 Cuadro comparativo del antes VS el después Aplicación de las Tercera "S":

ANTES	DESPUÉS
	
	

Nota: Datos proporcionados por la empresa

Fase 4: Seiketsu (Estandarización)

Consolidación de logros en la Cuarta Fase tiene como objetivo consolidar los logros alcanzados en las tres etapas anteriores, asegurando así la estandarización de los procesos productivos en el tiempo. Por lo cual, se desarrollaron hábitos entre los colaboradores para mantener materiales y herramientas esenciales en el lugar de trabajo a medida que avanzaba el desarrollo.

Acorde a lo antes mencionado, se organizó y estableció un cronograma de limpieza, el cual contiene turnos e integrantes que lo conforman en grupos de 3 personas la programación se muestra en la Tabla 27. Y se realizara 15 min. previos al término de la jornada de laboral. De igual manera el encargado del área ayuda con la limpieza y verifica que se ejecute de forma óptima la limpieza del área de trabajo creando un área mejor organizada y limpia.

Tabla 27 Distribución de los trabajadores para la limpieza del área de producción.

GRUPOS	INTEGRANTES	DÍA
Grupo 01	Rodrigo, Mario, Fabio	Lunes
Grupo 02	Ricardo, Jesús, Renzo	Martes
Grupo 03	Alfredo, Junior, Renato	Miércoles
Grupo 04	Gianfranco, Alfonso, Jonatan	Jueves
Grupo 05	Piero, Raúl, Gustavo	Viernes

Nota: Datos proporcionados por la empresa

Se asignaron tareas a realizar por cada grupo en las próximas semanas, como se muestra en la Tabla 28.

Tabla 28 Actividades de limpieza asignadas por grupo.

Actividades	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 04	Grupo 05
-Limpiar polvo de los pasillos.	Semana 01	Semana 02	Semana 03	Semana 04	Semana 05
-Barrer los pasillos.	Semana 03	Semana 01	Semana 02	Semana 05	Semana 04
-Llevar bolsas de basura al depósito fuera del área.	Semana 02	Semana 04	Semana 05	Semana 01	Semana 03

Nota: Datos proporcionados por la empresa

Fase 5: Shitsuke (Disciplina)

La importancia de la Etapa "S" en la Metodología 5S. Para que las fases anteriores de la metodología 5S perduren en el tiempo, es fundamental mantener la organización y limpieza de las áreas de trabajo. De esta manera, se fomenta en los trabajadores la conciencia sobre el cuidado de los equipos, materiales e infraestructura. Para lograr este objetivo, es importante cumplir con las siguientes funciones:

- Almacenar solo los elementos necesarios.
- Asignar, devolver y colocar cada objeto en su lugar designado.
- Mantener regularmente el orden y la limpieza del área de trabajo.
- Participar y promover nuevas sesiones de capacitación sobre las 5S.

Asimismo, es crucial realizar sesiones de capacitación continua con el personal para informar sobre los avances en la implementación y las mejoras que se pueden hacer.

Situación (Post Test)

En esta segunda etapa posterior de la aplicación de la teoría, se realiza una nueva recopilación de datos e información nuevamente sobre la misma muestra inicial con el objetivo de analizar y comparar ambos resultados obtenidos los cuales fueron favorables dentro del proceso de manufactura.

Luego del correcto desarrollo respecto a la teoría se aprecia una notable mejoría en los resultados post, del estudio, logrando así cumplir con el objetivo principal el cual era obtener una reducción de tiempos de manufactura gracias al desarrollo de las 5S.

Se nota una mejoría interna dentro del área de producción tales como: se aprecia que se mejoró la organización, así como la falta de orden y falta de limpieza, en el área de trabajo llegando al punto de no encontrar residuos ni desperdicios en la planta al término de la jornada laboral posterior al equipo de limpieza organizado.

Se organizó un comité designado para las 5S dentro de la empresa con lo cual llegar a establecer los procedimientos a seguir dentro del proceso de manufactura, así también velar por el debido desarrollo de estos.

Esto se logró gracias a la formación de los equipos de limpieza establecidos los cuales se encargan de la limpieza al culminar la jornada laboral en grupos de 3 estos se encargaban de realizar una limpieza profunda.

Esta limpieza en la planta se realiza de forma externa la parte superficial de las áreas de trabajo, así como en los equipos y componentes ya que en muchas ocasiones la viruta generada por el maquinado de las piezas solía acumularse durante semanas sin limpiar en el interior y exterior de los equipos además de esparcirse por el ambiente y la planta.

Es de esta forma como se logró evitar la propagación y contaminación de diversas áreas en la empresa con estas partículas y residuos, ya que en la situación antes estos se encontraban dispersos por toda la planta y solían engancharse en la suela de las botas de los trabajadores, ocasionando que al momento de desplazarse de forma interna en la planta u hacia otras áreas en cuestión estos residuos se extiendan y ensucien las diversas áreas de la empresa.

Además, se estableció un lugar determinado en el almacén para de esta forma ubicar de adecuadamente los objetos que en su mayoría solían encontrarse obstruyendo el paso en el área de producción, logrando ubicarlos de una forma óptima y al alcance de los trabajadores.

Se procedió con la clasificación adecuada de las herramientas en el lugar de trabajo todo ello acorde a la frecuencia de uso de logrando conseguir un mejor orden de las herramientas y materiales de uso estos se organizaron de forma eficiente en el almacén. Se organizó una serie de capacitaciones para el personal en el área de manufactura, previas al desarrollo describiendo la teoría de la metodología 5S, en detalle de cada una de las S, y sus beneficios que aportan con lo cual se logró concientizar sobre la correcta aplicación de la metodología.

Respecto al orden del área se realizó la delimitación de las áreas de trabajo. mediante señalizaciones marcadas en el suelo, de igual forma se estableció un lugar óptimo para los productos terminados y materias primas, logrando así tener despejado de forma adecuada los pasillos y el área de producción despejado de obstáculos, piezas, insumos, materiales en las áreas de trabajo logrando optimizar de esta forma el desplazamiento de los trabajadores y así reducir los tiempos de fabricación.

De igual manera se designó un lugar específico para la ubicación de las herramientas e instrumentos de trabajo, todas estas mejoras que se logró, se vieron reflejadas en la reducción de tiempos en la producción logrando así de esta forma cumplir con el objetivo de forma óptima.

Se agrego señalizaciones de seguridad dentro de la planta, tales como de zona segura, riesgo eléctrico, extintores, salida de emergencia entre otros, con esto se logró poner en advertencia y se encuentra resguardando la seguridad de los colaboradores en la empresa ya que no se encuentra debidamente señalizado.

Posterior a lo antes mencionado se continuó con la revisión y control de los resultados obtenidos para así lograr mantener los objetivos alcanzados a lo largo del tiempo mediante la mejora continua.

Con todas las mejoras antes mencionadas aplicadas en el área de producción se logró cumplir con el objetivo planteado alcanzando así lograr reducir el tiempo de producción de las piezas en la empresa.

Posterior al desarrollo respecto a las 5 "S", recopilamos una nueva toma de en la cual se analizó los valores registrados, apreciando una notoria relevancia respecto a los valores Pre la información se muestra en las siguientes Tablas N°29, N°30, N°31, N°32.

A continuación, se aprecia la Tabla 29 en la cual se evidencian los nuevos tiempos por proceso registrados teniendo en cuenta así la variación de estos luego del desarrollo de la herramienta.

Tabla 29 Registro en tiempos por proceso Post Test Primer Semana.

Semana-1	Desbrincado	Perforado	Maquinado	Balanceado	Limpieza de impurezas	Σ Actividades en (Seg.)	Tiempo Prom. en (min.)
Lunes	1643	489	1556	526	1520	5734	96
Martes	1638	424	1577	508	1531	5678	95
Miércoles	1650	537	1587	560	1549	5883	98
Jueves	1610	531	1560	508	1549	5758	96
Viernes	1618	442	1560	564	1506	5690	95
TOTAL	1632	485	1568	533	1531	5749	96

Nota: Datos proporcionados por la empresa

Según la Tabla 30 apreciamos nuevos valores por cada etapa, registrados teniendo en cuenta así la variación de los mismos luego de la elaboración de la herramienta.

Tabla 30 Registro en tiempos por proceso Post Test Segunda Semana.

Semana-2	Desbrincado	Perforado	Maquinado	Balanceado	Limpieza de impurezas	Σ Actividades en (Seg.)	Tiempo Prom. en (min.)
Lunes	1635	498	1557	553	1546	5789	96
Martes	1608	445	1582	575	1543	5753	96
Miércoles	1640	464	1600	540	1545	5789	96
Jueves	1602	474	1600	504	1540	5720	95
Viernes	1605	467	1584	573	1518	5747	96
TOTAL	1618	470	1585	549	1538	5760	96

Nota: Datos proporcionados por la empresa

Según, Tabla 31 apreciamos nuevos valores por cada etapa, registrados teniendo en cuenta así la variación de los mismos luego de la elaboración de la herramienta.

Tabla 31 Registro en tiempos por proceso Post Test Tercer Semana.

Semana-3	Desbrincado	Perforado	Maquinado	Balanceado	Limpieza de impurezas	\sum Actividades en (Seg.)	Tiempo Prom. en (min.)
Lunes	1608	539	1597	591	1523	5858	98
Martes	1613	477	1567	506	1550	5713	95
Miércoles	1636	529	1558	575	1540	5838	97
Jueves	1632	471	1598	535	1534	5770	96
Viernes	1616	532	1565	517	1511	5741	96
TOTAL	1621	510	1577	545	1532	5784	96

Nota: Datos proporcionados por la empresa.

Según, Tabla 32 apreciamos nuevos valores por cada etapa, registrados teniendo en cuenta así la variación de los mismos luego de la elaboración de la herramienta.

Tabla 32 Registro en tiempos por proceso Post Test Cuarta Semana.

Semana-4	Desbrincado	Perforado	Maquinado	Balanceado	Limpieza de impurezas	\sum Actividades en (Seg.)	Tiempo Prom. en (min.)
Lunes	1625	519	1556	570	1522	5792	97
Martes	1636	525	1565	546	1510	5782	96
Miércoles	1644	467	1571	596	1540	5818	97
Jueves	1624	452	1556	562	1543	5737	96
Viernes	1641	461	1567	550	1512	5731	96
TOTAL	1634	485	1563	565	1525	5772	96

Nota: Datos proporcionados por la empresa.

Muestra después (Post Test)

Datos a considerar:

- Referente en consideración a la muestra posterior, de igual forma realizamos la medición del tiempo de fabricación para las piezas de Impulsor de bronce SAE 64, para el cual según las anteriores tablas presentadas durante el estudio post, se aprecia y evidencia un notorio cambio en el tiempo de fabricación Pre Test V.S el Tiempo de fabricación Post Test información lo cual se ve reflejado y apreciamos en la Tabla 33 a continuación.

Tabla 33 *Registro de Tiempos Pre V.S tiempos Post.*

Muestra Pre	Muestra Post
114	96
114	95
113	98
114	96
113	95
113	96
116	96
114	96
116	95
115	96
111	98
116	95
114	97
115	96
115	96
116	97
116	96
116	97
115	96
114	96

Nota: Datos proporcionados por la empresa.

Resumen:

- ✓ Antes de la ampliación de la metodología 5 "S" se tenía un tiempo promedio de fabricación de 114 minutos lo cual era originado debido al desorden y falta de limpieza en el área de producción.
- ✓ Después de la ampliación de las 5 "S" se obtuvo una media semanal de 96 minutos como nuevo tiempo de fabricación lo cual reflejo el correcto uso y aplicación de la metodología.
- ✓ Este impacto se logró desarrollar en las diversas fases de manufactura es así que logramos optimizar tiempos en cada una de las etapas mencionadas como se aprecia en las Tablas N°29, N°30, N°31, N°32.
- ✓ Mediante el desarrollo y aplicación de la metodología se logró contribuir con el aporte de conocimiento a los colaboradores quienes en su mayoría decidieron aplicarlo en la rutina diaria al apreciar que realmente es una herramienta funcional y de gran ayuda.

Objetivo específico 2: Aplicar la metodología SMED para reducir los tiempos muertos de cambio de piezas en la línea de producción en una empresa electromecánica.

Situación (Pre Test)

La mejora del tiempo de fabricación es esencial en el proyecto en el que se emplea la herramienta SMED. El objetivo específico es la reducción del tiempo de cambio de piezas durante las paradas de línea. La empresa electromecánica Silva posee dos tornos para los que se requiere un cambio de herramientas y posición para graduar los ángulos correspondientes según las especificaciones de las piezas a producir.

Debido a que son máquinas convencionales, el cambio de piezas lleva más tiempo y, por ende, la regulación y calibración de la máquina también involucra mayor tiempo por parte del operador.

La metodología Lean Manufacturing y su herramienta SMED son seleccionadas para solucionar el segundo objetivo específico y optimizar el cambio de herramientas durante las paradas de línea de una forma más eficiente. Para medir los resultados del estado actual del cambio de piezas en el área de producción, se realiza la medición de tiempos durante las paradas de máquina.

Se procedió a realizar esta tarea de medición de tiempos semanales para determinar el tiempo que les toma a los trabajadores el cambio de piezas y calibración de la máquina.

Los registros semanales se promedian y se comparan con los registros finales del estudio los cuales se aprecian en la Tabla 40.

En la cual promediamos a registrar de forma semanal el tiempo que toma el cambio de herramientas durante las paradas de línea, para así poder realizar una comparativa, con los registros finales del estudio.

Se aprecia que actualmente una de las principales causas que originan que los tiempos de cambio de piezas se extiendan durante las paradas de línea, es debido a que cuando se realiza el cambio de piezas no se cuenta en muchas ocasiones con todas las herramientas al alcance del trabajador.

La mayor parte de las veces esto ocasionan una dilatación del tiempo, durante las paradas de línea generando tiempos muertos mientras se realiza la búsqueda de la pieza u herramienta, también se aprecia que estas operaciones se realizan justo cuando la máquina esta fuera de funcionamiento es decir forman parte de las operaciones internas del procedimiento cuando no debería ser de este modo ya que esto genera una pérdida de tiempo adicional.

Se apreciaba que gran parte de los trabajadores realizaban movimientos de más, los cuales no agregan ningún tipo de valor al producto terminado lo cual era ocasionado, debido a que el carro de herramientas luego de ser utilizado los trabajadores lo dejaban en cualquier lugar dentro del área de producción o almacén con lo cual al momento de realizar una nueva parada de línea para el cambio de herramientas respectivo, el operario tardaba un tiempo adicional en ubicar el carro de herramientas causando así la extensión del tiempo de cambio de piezas.

También se presenta que al momento de realizar la búsqueda de las piezas dentro del carro de herramientas estas en ocasión no se ubicaban dentro debido a que los trabajadores no lo regresaron dentro del carro de herramientas luego de ser utilizado.

También se presentaba situaciones en las cuales los trabajadores dejaban piezas de algunos materiales dentro del carro ya que lo utilizaban para el traslado del material ocasionando que cuando se busque las herramientas estos materiales dejados dentro del carro obstruyan e impidan la rápida ubicación de la herramienta a utilizar así como también se encuentran herramientas que no son utilizadas con frecuencia causando que se sature la caja de herramientas y generando un mayor tiempo de búsqueda de la herramienta al momento de generar el cambio de piezas.

Lo antes mencionado en el párrafo anterior está volviendo a generar esto un tiempo adicional en la búsqueda ya no del carro de herramientas sino de la herramienta a utilizar

en específico esto finalmente repercutía en la extensión del tiempo de cambio de piezas afectando la producción.

Se observa que al momento de realizar el ajuste del eje en el torno el cual se realiza con la llave Chuck, la cual permite el ajuste de la pieza al mecanismo, esta operación en diverso momento suele ser realizado con frecuencia por un solo trabajador, es por ello que esta operación del cambio de piezas también tomaba un tiempo extra para la realización del mismo ya al realizar solo 1 trabajador el ajuste de la pieza al eje realiza que se extendía el tiempo de cambio de piezas.

Se apreciaba que en diversas ocasiones los trabajadores que realizan este proceso con poca frecuencia, adicional a todo lo antes mencionado en párrafos anteriores ellos también tardaban un tiempo extra en realizar las operaciones, debido a que no contaban con la practica frecuente en estos equipos al ser nuevos en la empresa.

De igual forma se observa que no existe un procedimiento establecido para el proceso de cambio de piezas, ya que para la ejecución de las actividades el trabajador no cuenta con un orden para la ejecución de estas, es decir es realizado bajo su propio criterio estas operaciones en su mayor parte generan un tiempo de más en el cambio de piezas ya que se encuentran aisladas y separadas.

Muestra antes (Pre test)

Respecto a la muestra antes se puede observar en la Tabla N° 34 en la cual se aprecia con mejor detalle:

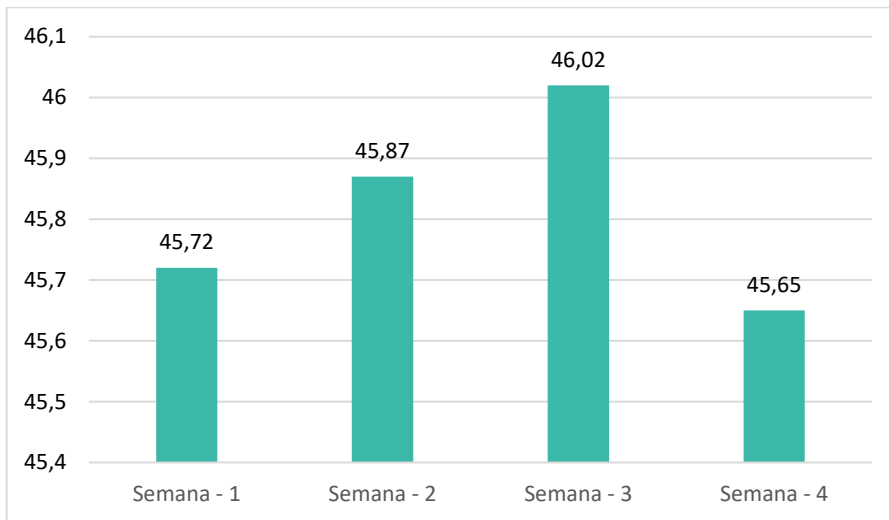
Tabla 34 Registro Pre de Tiempo de paradas de línea por cambio de piezas por semana.

	Semana - 1	Semana - 2	Semana - 3	Semana - 4
Lunes	2758	2772	2754	2767
Martes	2741	2704	2767	2724
Miércoles	2781	2788	2782	2712
Jueves	2704	2732	2740	2704
Viernes	2733	2765	2763	2790
Tiempo (seg.)	2743,4	2752,2	2761,2	2739,4
Tiempo(min.)	45,72	45,87	46,02	45,65

Nota: Datos proporcionados por la empresa.

Según Figura 39 observamos el gráfico de barras la cual contiene el tiempo en horas acumulado por semana generado por las paradas de línea.

Figura 39 Gráfico de barra de Horas de paradas por semana.

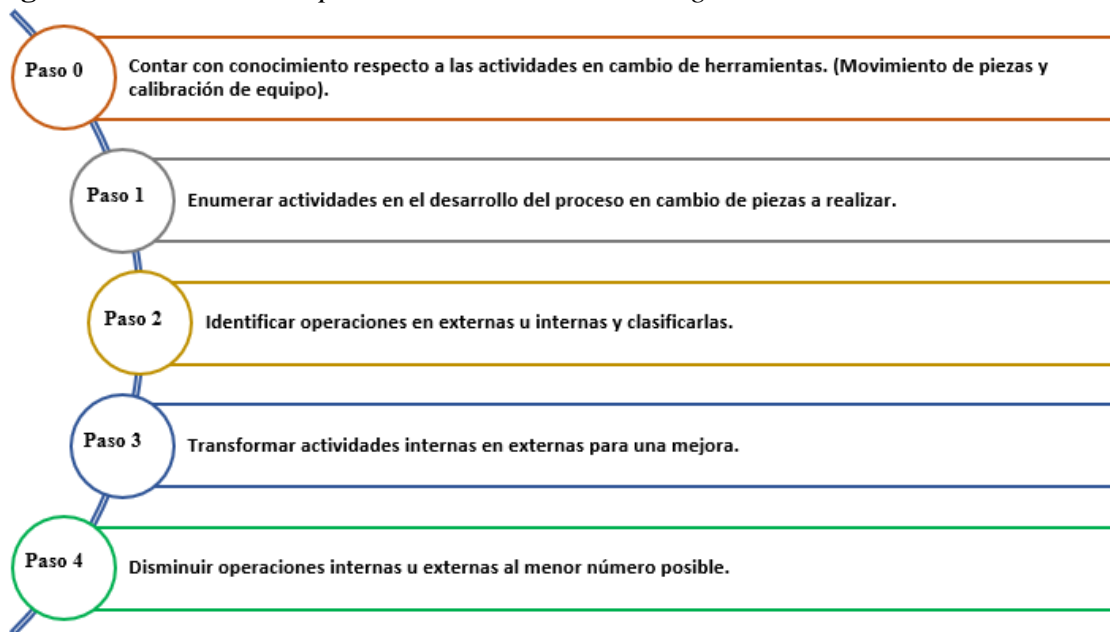


Nota: Datos proporcionados por la empresa

Aplicación de la teoría para el Segundo objetivo específico

Los pasos para el desarrollo de la herramienta SMED existen una secuencia de etapas desde el paso 0 al paso 4, de acuerdo con la Figura 40.

Figura 40 Pasos de la implementación de la metodología SMED.



Nota: Elaboración propia.

Paso 0: Tener conocimiento y analizar actividades del flujo de cambio en piezas (Recorrido y calibración de la maquina). Para ello se cuenta con imágenes de herramientas y maquinaria según Figuras N°41, N°42, N°43.

Según, Figura 41 se aprecia la imagen de la torreta, la cual forma parte del torno al cual cuenta con diversos engranajes y piezas internas para regulación y calibración de la máquina.

Figura 41 Piezas del torno.



Nota: Datos proporcionados por la empresa

Para la Figura 42, se aprecia la llave Chuck la cual sirve para ajustar la torreta una vez se halla verificado internamente.

Figura 42 Piezas del torno.



Nota: Datos proporcionados por la empresa.

Para la Figura N° 43, se aprecia la herramienta pie de rey, es una herramienta de precisión y medición la cual nos permitirá medir el eje donde se sujetará la pieza en el torno.

Figura 43 Piezas del torno.



Nota: Datos proporcionados por la empresa.

Paso 1: Enumerar actividades en el desarrollo del proceso en cambio de piezas.

Se presentan, las actividades a seguir durante el cambio de piezas en el torno en el proceso de manufactura. Adicional menciona se sabe que el encargado en turno es quien desarrolla estas actividades a continuación.

De la Tabla 35 obtenemos el tiempo de 45,56 min para realizar el cambio de piezas. Resaltando que existe 2 máquinas torno en el área de producción es decir este tiempo de 45,56 min. aplica para ambos tornos.

Tabla 35 Actividades de cambio de piezas.

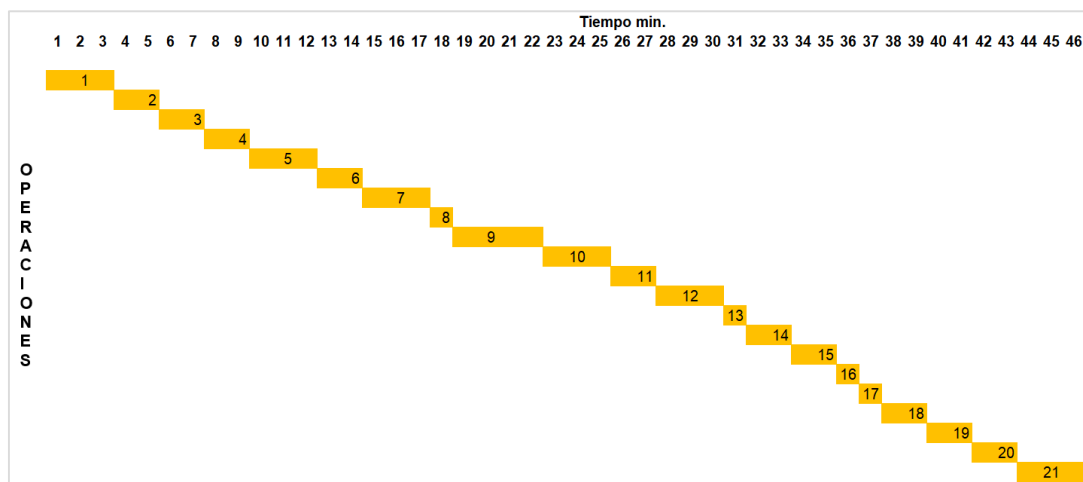
#	OPERACIONES	TIEMPO SEG	TIEMPO EN MINUTOS
1	OPERARIO ACERCA EL CARRITO DE HERRAMIENTAS	200	3
2	OPERARIO BUSCA LLAVE CHUCK	130	2
3	AJUSTADO DE CHUCK PARA TRABAJO DE PIEZA DE IMPULSOR	122	2
4	BUSCAR CUCHILLA CARBURADA DE PERFILADO	120	2
5	INSERTAR CUCHILLA CARBURADA DE PERFILADO	181	3
6	AJUSTE DE LA PORTA HERRAMIENTA	125	2
7	DESAJUSTE DE LA TORRETA PARA CAMBIO DE HERRAMIENTA	166	3
8	BUSCAR BROCA PARA EL CENTRADO Y TALADRADO	80	1
9	INSERTAR BROCA PARA EL CENTRADO Y TALADRADO	261	4
10	AJUSTAR TORRETA A LA PLATAFORMA	163	3
11	DESAJUSTE DE LA TORRETA PARA CAMBIO DE HERRAMIENTA	95	2
12	AJUSTE DE LA TORRETA POR CAMBIO DE HERRAMIENTA	171	3
13	CAMBIO DE LA CUCHILLA CARBURADA DE PERFILADO	76	1
14	AJUSTE DE LA PORTA HERRAMIENTA	133	2
15	DESAJUSTE DE LA PORTA HERRAMIENTAS	96	2
16	ACERCAR CUCHILLA CARBURADA DE GRADO	60	1
17	INSERTAR LA CUCHILLA CARBURADA DE GRADO	86	1
18	AJUSTE DE CUCHILLA CARBURADA DE GRADO	112	2
19	DESAJUSTE DE LA CUCHILLA CARBURADA DE GRADO	90	2
20	CAMBIO DE PORTA HERRAMIENTAS	96	2
21	DESAJUSTADO DEL CHUCK PARA RETIRO DE IMPULSOR	171	3
TIEMPO EN SEGUNDOS		2734	
TIEMPO EN MINUTOS		45,56	

Nota: Datos proporcionados por la empresa

En el desarrollo del paso 2 según Figura 44, apreciamos la visualización de la secuencia de actividades referentes al tiempo que se ocupa para su realización para el cambio en piezas aquí aún se encuentran si estar segmentadas según actividades internas u externas. Asimismo, según Figura 22 representa el flujo del proceso:

- Actividades internas: Aquellas actividades que se llevan a cabo cuando la máquina está parada.
- Actividades externas: Aquellas actividades que se llevan a cabo cuando la máquina está en funcionamiento.

Figura 44 Visualización Gráfica de tiempo de cambio de piezas.



Nota: Datos proporcionados por la empresa.

Paso 2: Identificar operaciones en externas u internas y clasificarlas.

Continuamos con el análisis de las actividades en general respecto al cambio en piezas de actividades internas u externas. Observamos que el global de operaciones involucradas en desarrollo del proceso se encontraban consideradas como internas, por tanto, en general las operaciones eran realizadas cuando se encontraba inoperativo. Para mejor detalle observar Tabla 36.

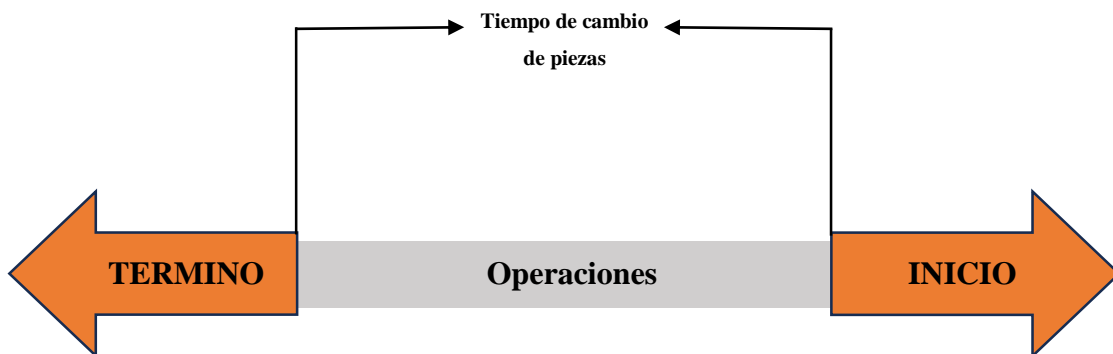
Tabla 36 Clasificación de operaciones.

#	OPERACIONES	(Min.)	TIPO OP.
1	OPERARIO ACERCA EL CARRITO DE HERRAMIENTAS	3	INTERNA
2	OPERARIO BUSCA LLAVE CHUCK	2	INTERNA
3	AJUSTADO DE CHUCK PARA TRABAJO DE PIEZA DE IMPULSOR	2	INTERNA
4	BUSCAR CUCHILLA CARBURADA DE PERFILADO	2	INTERNA
5	INSERTAR CUCHILLA CARBURADA DE PERFILADO	3	INTERNA
6	AJUSTE DE LA PORTA HERRAMIENTA	2	INTERNA
7	DESAJUSTE DE LA TORRETA PARA CAMBIO DE HERRAMIENTA	3	INTERNA
8	BUSCAR BROCA PARA EL CENTRADO Y TALADRADO	1	INTERNA
9	INSERTAR BROCA PARA EL CENTRADO Y TALADRADO	4	INTERNA
10	AJUSTAR TORRETA A LA PLATAFORMA	3	INTERNA
11	DESAJUSTE DE LA TORRETA PARA CAMBIO DE HERRAMIENTA	2	INTERNA
12	AJUSTE DE LA TORRETA POR CAMBIO DE HERRAMIENTA	3	INTERNA
13	CAMBIO DE LA CUCHILLA CARBURADA DE PERFILADO	1	INTERNA
14	AJUSTE DE LA PORTA HERRAMIENTA	2	INTERNA
15	DESAJUSTE DE LA PORTA HERRAMIENTAS	2	INTERNA
16	ACERCAR CUCHILLA CARBURADA DE GRADO	1	INTERNA
17	INSERTAR LA CUCHILLA CARBURADA DE GRADO	1	INTERNA
18	AJUSTE DE CUCHILLA CARBURADA DE GRADO	2	INTERNA
19	DESAJUSTE DE LA CUCHILLA CARBURADA DE GRADO	2	INTERNA
20	CAMBIO DE PORTA HERRAMIENTAS	2	INTERNA
21	DESAJUSTADO DEL CHUCK PARA RETIRO DE IMPULSOR	3	INTERNA

Nota: Datos proporcionados por la empresa.

Según Figura 45, observamos mediante la imagen como se realiza la segmentación de las actividades mencionadas, dichas actividades suelen ser ejecutadas con la máquina inoperativa, por tanto, era ejecutado en el momento en que la máquina culminaba la orden de producción, es allí cuando el operador iniciaba con la búsqueda de sus herramientas, tales como la llave Chuck así como la búsqueda del carrito de herramientas para buscar la broca indicada y brocas para la iniciar con la siguiente orden.

Figura 45 Ciclo de operación cambio de piezas clasificado.



Nota: Elaboración propia

Paso 3: Transformar actividades internas en externas para su mejora.

Durante el desarrollo de esta etapa se analizó el criterio respecto a que operaciones internas podrían ser segmentadas en operaciones externas, por tanto, cuales podrían ser desarrolladas con la máquina operativa sin interrumpir su funcionamiento, logrando

deducir que actividades como las 1,2,4,8,16 pueden ser transformadas en actividades externas, ver Tabla 37.

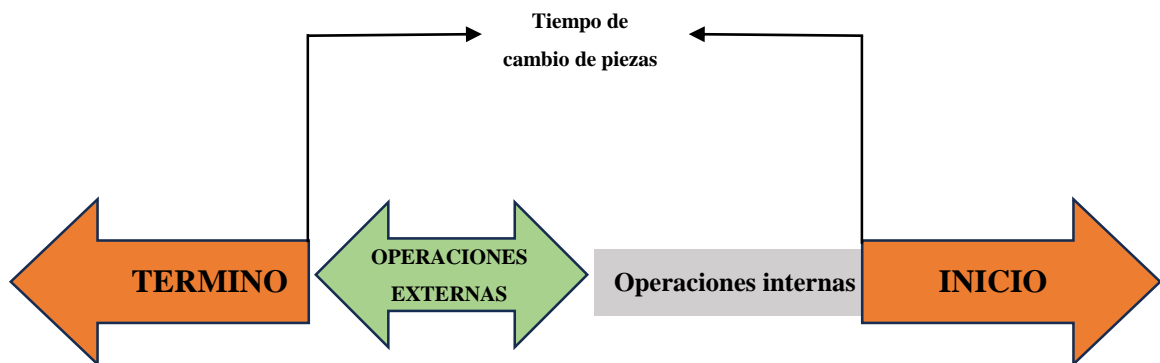
Tabla 37 Clasificación de operaciones.

#	OPERACIONES	(Min.)	TIPO OP.
1	OPERARIO ACERCA EL CARRITO DE HERRAMIENTAS	3	EXTERNA
2	OPERARIO BUSCA LLAVE CHUCK	2	EXTERNA
3	AJUSTADO DE CHUCK PARA TRABAJO DE PIEZA DE IMPULSOR	2	INTERNA
4	BUSCAR CUCHILLA CARBURADA DE PERFILADO	2	EXTERNA
5	INSERTAR CUCHILLA CARBURADA DE PERFILADO	3	INTERNA
6	AJUSTE DE LA PORTA HERRAMIENTA	2	INTERNA
7	DESAJUSTE DE LA TORRETA PARA CAMBIO DE HERRAMIENTA	3	INTERNA
8	BUSCAR BROCA PARA EL CENTRADO Y TALADRADO	1	INTERNA
9	INSERTAR BROCA PARA EL CENTRADO Y TALADRADO	4	EXTERNA
10	AJUSTAR TORRETA A LA PLATAFORMA	3	INTERNA
11	DESAJUSTE DE LA TORRETA PARA CAMBIO DE HERRAMIENTA	2	INTERNA
12	AJUSTE DE LA TORRETA POR CAMBIO DE HERRAMIENTA	3	INTERNA
13	CAMBIO DE LA CUCHILLA CARBURADA DE PERFILADO	1	INTERNA
14	AJUSTE DE LA PORTA HERRAMIENTA	2	INTERNA
15	DESAJUSTE DE LA PORTA HERRAMIENTAS	2	INTERNA
16	ACERCAR CUCHILLA CARBURADA DE GRADO	1	EXTERNA
17	INSERTAR LA CUCHILLA CARBURADA DE GRADO	1	INTERNA
18	AJUSTE DE CUCHILLA CARBURADA DE GRADO	2	INTERNA
19	DESAJUSTE DE LA CUCHILLA CARBURADA DE GRADO	2	INTERNA
20	CAMBIO DE PORTA HERRAMIENTAS	2	INTERNA
21	DESAJUSTADO DEL CHUCK PARA RETIRO DE IMPULSOR	3	INTERNA

Nota: Datos proporcionados por la empresa

Según Figura 46, observamos como se origina la segmentación de actividades las cuales intervienen en el cambio de piezas.

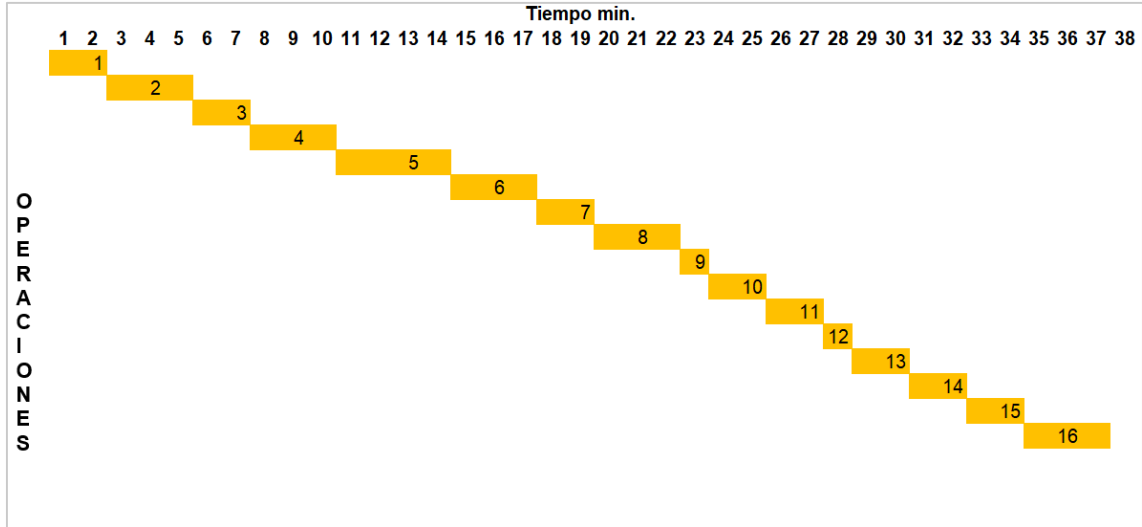
Figura 46 Ciclo de operación reclasificado.



Nota: Elaboración propia

Según Figura 47, observamos que las actividades denominadas externas no se toman en consideración, tan solo es propio el considerar las denominadas internas, proporcionando de esta forma un nuevo y mejorado tiempo de 36,07 min. en cambio, de piezas del torno.

Figura 47 Nueva representación gráfica de tiempo de cambio de piezas.



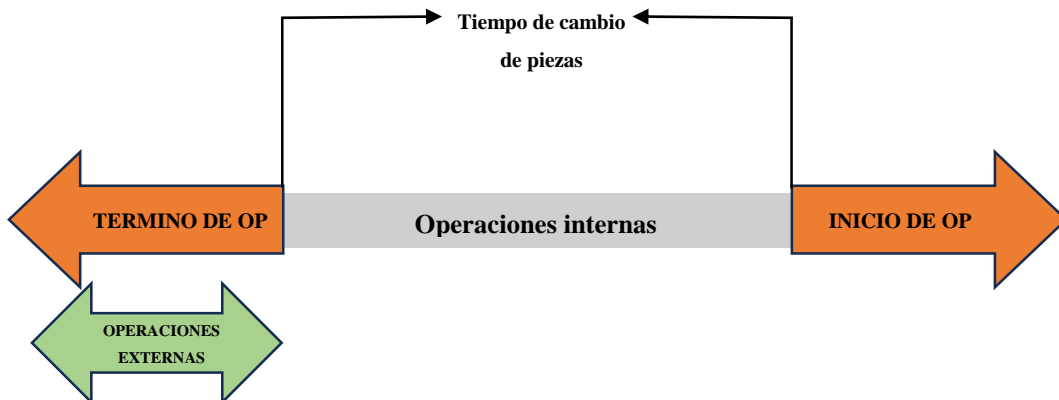
Nota: Datos proporcionados por la empresa

Paso 4: Disminuir operaciones internas u externas al menor número posible.

Para culminar con el desarrollo de esta herramienta utilizada, se realiza un autoajuste referente a tiempos en que tarde el realizarse dichas actividades, tras ser realizado el autoajuste en las actividades internas, solo en estas debido, a que las actividades externas no representan un impedimento en el tiempo, por todo lo antes mencionado, se comunicó al trabajador que las actividades 1,2,4,8 y 16 sean ejecutadas previamente a que el torno culmine con la orden.

Todo ello se logró realizar, respecto a la mejora realizada en el área de manufactura en la organización de herramientas, y se consiguió con la ayuda de la herramienta 5 S. Según Figura 48, observamos como las actividades externas ya no conforman parte del tiempo en cambio de piezas.

Figura 48 Ciclo de operación mejorado.



Nota: Elaboración propia.

Tabla 38 *Clasificación de operaciones externas e internas.*

#	OPERACIONES	TIMPO EN MINUTOS	TIPO DE OPERACIÓN	ACCIÓN DE MEJORA	TIEMPO NUEVO MIN.
1	OPERARIO ACERCA EL CARRITO DE HERRAMIENTAS	0	EXTERNA	Se preparo un tablero donde se colocaron todas las herramientas de forma ordenadas para su uso en el área de producción	0
2	OPERARIO BUSCA LLAVE CHUCK	0	EXTERNA		0
3	AJUSTADO DE CHUCK PARA TRABAJO DE PIEZA DE IMPULSOR	2	INTERNA		
4	BUSCAR CUCHILLA CARBURADA DE PERFILADO	0	EXTERNA	---	0
5	INSERTAR CUCHILLA CARBURADA DE PERFILADO	3	INTERNA		
6	AJUSTE DE LA PORTA HERRAMIENTA	2	INTERNA		
7	DESAJUSTE DE LA TORRETA PARA CAMBIO DE HERRAMIENTA	3	INTERNA		
8	BUSCAR BROCA PARA EL CENTRADO Y TALADRADO	0	EXTERNA	---	0
9	INSERTAR BROCA PARA EL CENTRADO Y TALADRADO	4	INTERNA		
10	AJUSTAR TORRETA A LA PLATAFORMA	3	INTERNA		
11	DESAJUSTE DE LA TORRETA PARA CAMBIO DE HERRAMIENTA	2	INTERNA		
12	AJUSTE DE LA TORRETA POR CAMBIO DE HERRAMIENTA	3	INTERNA		
13	CAMBIO DE LA CUCHILLA CARBURADA DE PERFILADO	1	INTERNA		
14	AJUSTE DE LA PORTA HERRAMIENTA	2	INTERNA		
15	DESAJUSTE DE LA PORTA HERRAMIENTAS	2	INTERNA		
16	ACERCAR CUCHILLA CARBURADA DE GRADO	0	EXTERNA	---	0
17	INSERTAR LA CUCHILLA CARBURADA DE GRADO	1	INTERNA		
18	AJUSTE DE CUCHILLA CARBURADA DE GRADO	2	INTERNA		
19	DESAJUSTE DE LA CUCHILLA CARBURADA DE GRADO	2	INTERNA		
20	CAMBIO DE PORTA HERRAMIENTAS	2	INTERNA		
21	DESAJUSTADO DEL CHUCK PARA RETIRO DE IMPULSOR	3	INTERNA		

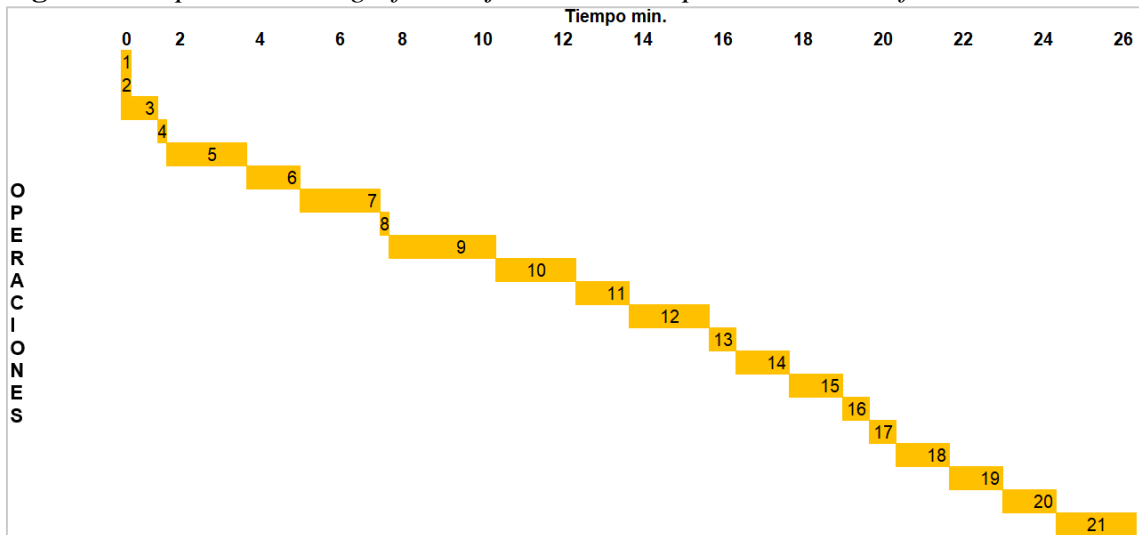
Nota: Elaboración propia

Según Tabla 38 presentada, se evidencia que la nueva clasificación de operaciones externas e internas, ya que no forman parte del tiempo de cambio de piezas logrando así finalmente poder clasificarlas por separado.

Cumplíendose con el objetivo de una mejor organización al momento de llevar a cabo dicha operación, ya que en un inicio todas las actividades se realizaban únicamente cuando la máquina se encontraba apagada sin embargo existían actividades que si podían realizarse con la máquina en funcionamiento logrando así optimizar los tiempos de cambios de piezas.

Según Figura 49, observamos que la duración de la actividad es de 36,07 min. obteniéndose como valor final, el tiempo en horas por semana = $36,07 \text{ min} \times 5 \times 1\text{h}/60 \text{ min} = 3 \text{ h/ por semana}$.

Figura 49 Representación gráfica mejorada del tiempo de cambio de formato.



Nota: Elaboración propia

Situación (Post Test)

Respecto al entorno post del desarrollo de la teoría, realizamos una nueva recopilación de datos respecto a los tiempos en base a la misma muestra inicial desarrollada y así poder validar y corroborar la información nueva obtenida.

Lo cual resulto favorable para la variable en cuestión dado que se logra cumplir con el objetivo planteado y conseguir una disminución significativa en las actividades.

Se establecieron tiempos promedios para el cambio de piezas ya que en un inicio no se contaba con dicha información esto permitió llevar un mejor control sobre el tiempo de cambio de piezas en los equipos.

Estos permitieron apreciar a mejor detalle la variación de tiempo favorable lograda de forma óptima y progresiva durante el periodo de estudio de la presente investigación logrando cumplir con el objetivo propuesto.

Se realizó capacitaciones al personal del área de producción respecto a la metodología SMED para lograr tomar conciencia sobre los beneficios que esta herramienta brindaría a los procesos internos de la organización específicamente al área de manufactura.

Se explicó y detalló el origen de la metodología, casos de éxito de la misma posterior a su aplicación con el objetivo de motivar, incentivar y generar esa curiosidad de la mejora continua dentro de los trabajadores es así que gracias a las capacitaciones brindadas se logró compartir y transferir el Know-How requerido hacia los trabajadores.

Esto antes mencionado, permitió que los trabajadores puedan detectar que tipo de operaciones eran las causantes y originarias de la extensión de los tiempos durante las paradas de línea.

Es así que se logró llevar a cabo la correcta clasificación de las actividades internas y externas que existían dentro del proceso de cambio de piezas, esto antes mencionado fue gracias y mediante las capacitaciones brindadas al trabajador, con la cual lograron aprender a distinguir que tipo de actividades realmente generaban un valor agregado al proceso verificando, analizando que actividades podrían ser realizadas mientras la máquina se encontraba operativa.

Logrando de esta forma poder obtener y alcanzar una reducción en el tiempo de cambio de las piezas ya que se logró establecer un adecuado procedimiento del cambio de piezas y con ello también lograr un mejor rendimiento del trabajador sin causar tiempos muertos en lo largo del proceso.

Luego de la creación de este nuevo procedimiento establecido se procedió con la extensión y capacitación del mismo hacia todos los trabajadores del área de producción, logrando así que todos los trabajadores se encuentren relacionados y alineados con el procedimiento para que llegado el momento de ser requerido todos cuenten con el mismo nivel de practicidad al momento de realizar la operación en cuestión.

Se estableció y coordinó un lugar específico, dentro del área de producción lugar en el cual se dejaría el carro de herramientas luego de ser utilizado para así poder ser encontrado con mayor facilidad en una siguiente ocasión por otro trabajador.

Adicional a lo antes mencionado se coordinó con los trabajadores que no se debía de utilizar el carro de herramientas para guardar piezas u objetos como: herramientas que se usen con poca frecuencia o MP, las cuales no deben ser dejadas dentro del carro de

herramientas, logrando así un mejor orden y guardado de las herramientas ya que estas en su mayoría se encontraban mezcladas con objetos que no guardaban ningún tipo de relación alguno.

Se realizó la mejora respecto al orden de las piezas existentes cuando se realizaba el desplazamiento del carro de herramientas logrando que cuando el carro de herramientas sea requerido de un lugar a otro el desplazamiento del mismo en los pasillos del área de producción se encuentre previamente despejados sin objetos y materia prima mal colocada lo cual generaba una obstrucción del flujo tránsito en la situación pre.

Es por ello que se coordinó con los trabajadores que la materia prima recibida, debe ser ubicada inmediatamente en el lugar establecido y no tiene que ser acumulada dentro del área de producción.

Esto en muchas ocasiones causaba que se realicen desplazamientos y transporte de objetos innecesarios, lo descrito era debido a la falta de compromiso por parte de los de tener que apilar la MP recibida, esto ocasionaba que el trabajador que transportaba el carro de herramientas tenga que estar despejando el pasillo mientras él se desplazaba con el carro, esto conseguía aumentar el tiempo de fabricación de las piezas.

Con todo lo antes mencionado finalmente se logró generar y fomentar la toma de conciencia al momento de ejecutar las actividades en la organización, y se consiguió ejecutar de forma eficiente la aplicación de la metodología SMED, según comentarios respecto a los trabajadores post a la aplicación del estudio mencionaron que realmente apreciaban un cambio en la reducción de los tiempos en comparación a la situación pre y se sentían bien gracias a los resultados alcanzados.

Muestra después (Post Test)

Posterior al desarrollo de la herramienta SMED, en este segundo problema específico se ejecutó la recopilación de tiempos para dicha actividad de forma semanal en los equipos, logrando de esta forma el registro de los siguientes valores ver Tabla N° 39.

Tabla 39 Registro Post de Tiempo de paradas de línea por cambio de piezas.

	Semana - 1	Semana - 2	Semana - 3	Semana - 4
Lunes	2203	2173	2165	2146
Martes	2105	2254	2267	2132
Miércoles	2202	2090	2133	2067
Jueves	2162	2243	2298	2298
Viernes	2270	2268	2220	2232
Tiempo (seg.)	2188,4	2117	2216,6	2135
Tiempo(min.)	36,47	35,28	36,94	35,58

Nota: Datos proporcionados por la empresa.

Se logra apreciar que los tiempos han variado de forma positiva para la variable en cuestión, es decir se logra verificar que existe una reducción en la duración de la actividad con el desarrollo de la metodología SMED.

Datos a considerar:

- Para la muestra Post Test, de igual forma se realizó la medición del tiempo de cambio de piezas durante la parada de línea según las anteriores tablas presentadas, se aprecia y evidencia un notorio cambio en el tiempo de cambio de piezas Pre Test V.S el tiempo de cambio de piezas Post Test información que muestra en la Tabla 40.

Tabla 40 Registro de Tiempos Pre V.S tiempos Post.

MUESTRA PRE	MUESTRA POST
45,72	36,47
45,87	35,28
46,02	36,94
45,65	35,58

Nota: Datos proporcionados por la empresa.

Resumen:

- ✓ Antes de la aplicación se tenía un tiempo promedio de parada de línea de 45,72 minutos lo cual era originado debido a la mal organización del personal en el área de manufactura.
- ✓ Después a la aplicación del SMED se obtuvo una duración promedio semanal reflejada en 36,47 minutos como nuevo tiempo de cambio de piezas durante la parada de línea lo cual reflejo el correcto uso y aplicación de la metodología.
- ✓ Este impacto se generó durante todas las estancias en el proceso de manufactura, por tanto, logramos optimizar tiempos en cada una de las etapas mencionadas como se aprecia en las Tabla N° 34.
- ✓ Con el desarrollo y aplicación de la metodología se logró contribuir con la mejora del área y se aprecia que realmente es una herramienta funcional y de gran ayuda.

Objetivo específico 3: Aplicar la metodología Lean para la mejorara del cumplimiento de entrega de ordenes en una empresa Electromecánica.

Situación (Pre Test)

Referente al previo desarrollo de la herramienta Lean:

Electromecánica presentaba un alto índice de reclamos provocado por diversas causas presentadas en este problema específico, tales como el mal rotulado de la orden, las cantidades incorrectas de la orden, y por último, pero no menos importante dentro de los cuales el más resaltante es la entrega de ordenes fuera del Lead time de tiempo establecido para los clientes esto se encuentra afectando el indicador del área.

En otras situaciones se encontraba que la cantidad de piezas y tipos de producto que había sido escrito en el rotulado de la caja se encontraba erróneo, se detectó que parte de estos incidentes eran ocasionados debido a la falta práctica de procedimientos establecidos para la ejecución de dichos procesos durante la preparación de la orden para ser despachada. Por ello, se decidió estudiar el desarrollo de la herramienta Lean, esta nos ayudara a reducir y optimizar el tiempo de entrega y mejorar el flujo de los procesos de las ordenes durante el despacho de una forma más eficiente

Esta situación se encuentra afectando de forma directa en la relación de la confiabilidad y satisfacción de nuestros clientes, ya que no se está cumpliendo con lo programado en las fechas indicadas y está provocando retrasos en los pagos de algunas órdenes debido al incumplimiento de estas generando desconfianza en los clientes.

Se apreciaba que al momento de realizar el despacho de las ordenes en diversas ocasiones no se contaba con la caja adecuada previamente armada y está en otras situaciones no era del tamaño adecuado para la orden en proceso, adicional a lo antes mencionado en otros casos cuando se terminaba de armar la caja esta presentaba imperfecciones como agujeros o roturas.

Para el armado de la caja se apreció que suele tomar un tiempo adicional la búsqueda de esta ya que estas se encuentran apiladas de forma desordenada dentro del almacén en medio del desorden provocado por los mismos trabajadores lo cual extiende aún más el buscar y separar la caja a utilizar eso agregado a que se realiza esta operación a última hora cuando la orden debe de ser despachada es una de las causantes que las ordenes tarden en ser entregadas así como el que se cometan equivocaciones durante el proceso.

De igual forma se identificó que existían errores frecuentes ocasionados por el mal rotulado generado en la caja a despachar estos errores consistían en el frecuente error en el nombre del cliente, así como en la dirección de destino de la orden tal vez en algunas situaciones podría encontrarse correcto pero otro de los factores es que al ser un rotulo llenado de forma manual la persona encargado de buscar las piezas y colocarlos dentro de la caja a ser despachada frecuentaba equivocaciones al no entender de forma correcta el tipo de letra escrito.

Esto último mencionado en el anterior párrafo de igual forma repercutía en el tiempo de entrega de la orden, ya que por los problemas comentados muchas veces se entregaban órdenes en lugares de destino incorrectos, así como también en otras situaciones las cantidades de piezas que contenía la orden no eran las correctas, debido a una mal interpretación de lo escrito en rotulo de la caja, ya que este proceso se realizaba de forma manual esto terminaba ocasionando que existan ordenes incorrectas y no sea lo requerido por el cliente generando reproceso de entrega extendiendo nuevamente los tiempos de entrega.

Se aprecia que no existía un orden adecuado de los procesos a seguir para la preparación de la orden debido a que hay presente un procedimiento estos combinados con las ganas de cumplir con la entrega de la orden. Agregado a ello los errores previos comentados generaban que los tiempos se extiendan, así como el incumplimiento de estos.

Se observo que al término de la culminación de la orden esta era dejada en portería apilada una sobre otras esto en ocasiones debido a mal colocación de estas causaba que se generen rajaduras debido al peso de las piezas ocasionando que la caja tenga abolladuras debido a la mal acomodación y orden de las mismas.

También se observó que cuando se realizaba la entrega de la orden no se llevaba un control establecido sobre la misma, si ya había llegado a destino o si había sido entregado de forma satisfactoria. Es decir, no existía algún tipo de registro o seguimiento el cual brinde un estado sobre la orden posterior a ser despachado.

Para lograr medir los resultados de forma óptima el estado actual, nos apoyamos en la medición de reclamos recibidos de forma semanal. Para ello procedimos a realizar el registro de los mismos los cuales se aprecian detallado en el cuadro a continuación en la Tabla 41.

Muestra antes (Pre test)

En la Tabla 47 se aprecia el registro de las cantidades por semana de las muestras pre, registradas dentro de las cuales podremos apreciar que el mayor índice de reclamos se centra en la entrega de despachos fuera del tiempo establecido inicialmente esto cual se encuentra afectando el Lead Time de entrega y está generando incomodidad y desconfianza en el cliente.

Tabla 41 Registro de cantidad de reclamos por semana Pre Test

SEMANA	ENTREGA FUERA DE TIEMPO	PEDIDOS INCOMPLETOS	PEDIDOS MAL ROTULADOS	Σ RECLAMOS x SEMANA
SEMANA 1	17	6	5	28
SEMANA 2	18	4	3	25
SEMANA 3	19	4	5	28
SEMANA 4	16	10	4	30
SEMANA 5	19	3	3	25
SEMANA 6	17	6	3	26

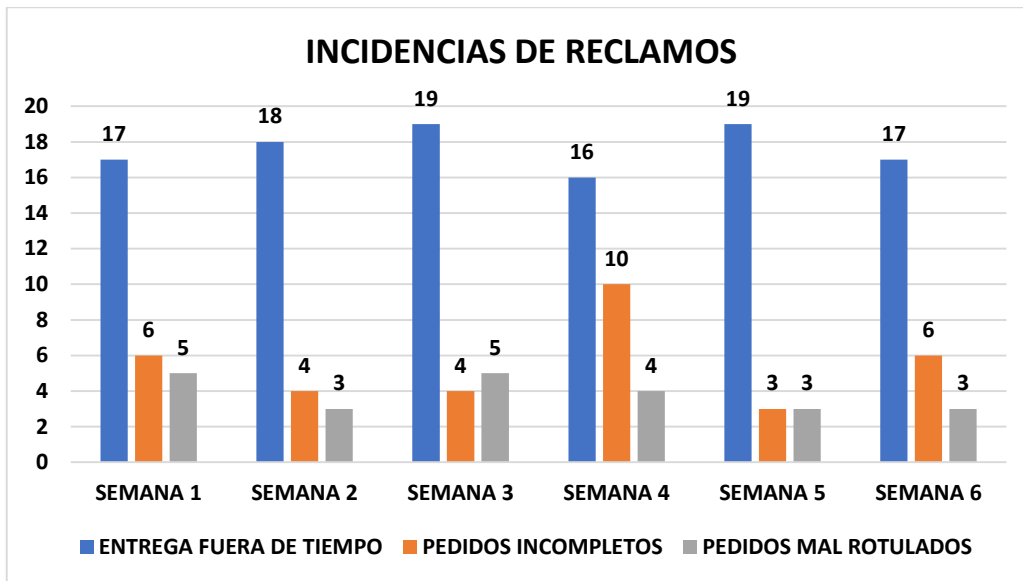
Nota: Datos proporcionados por la empresa.

Para el 3° problema específico preciso resolver y mejorar las entregas fuera de tiempo las cuales internamente se encuentran vinculadas y relacionadas con los otros 2 problemas presentados que se pedidos incompletos y pedidos mal rotulados.

Es decir, si se mejora la entrega de ordenes en tiempo establecido esta mejora y reducción de reclamos se reflejará y evidenciará en una reducción significativa de los otros reclamos que suelen tener ya un bajo índice presentado.

En la Figura 50, se aprecia la gráfica de las incidencias de reclamos generados semana a semana en el cual de igual forma se nota que el problema más resaltante es la entrega de ordenes fuera del tiempo establecido.

Figura 50 Cantidad de Reclamos por mes.



Nota: Datos proporcionados por la empresa.

Aplicación de la teoría para el Segundo objetivo específico

Para el desarrollo de este apartado se describió las 6 fases para la aplicación de la metodología Lean mediante la ayuda de las herramientas Sipoc, Mapa de procesos, Diagrama de flujo, DAP

Fase 1: Diagnóstico y formación

a.- Estructura de conceptos Lean

La meta fundamental del establecimiento de conceptos Lean, se basa en la capacitación continua a los colaboradores de la organización así lograr la correcta aplicación de Lean mediante charlas semanales.

Desarrollamos 4 reuniones mediante ellas se profundizo con en el análisis de la herramienta, podemos observar el cronograma según la Tabla 42.

Tabla 42 Cronograma de capacitaciones.

TEMAS	MAYO				JUNIO			
Fundamentos Lean								
Despilfarro vs Valor agregado								
Definición mejora continua Kaizen								
Estandarización								
Fase 1: Diagnóstico y formación								
Fase 2: Diseño del plan de mejora								
Fase 3: Lanzamiento								
Fase 4: Estabilización mejoras								
Fase 5: Estandarización								
Fase 6: Fabricación en Flujo								

Nota: Datos proporcionados por la empresa.

Para cada sesión en específico se desarrolló la explicación de la teoría, y se complementó la explicación con referencias de proyectos exitosos por último se terminó realizando una brainstrom respecto a:

- ¿Mediante qué forma puede aplicarse en la organización?
- ¿Diferencias en tipo de metodologías se utilizarían en la organización?
- ¿En el presente se aplica esto revisado en las charlas?

Se culminó estas charlas mediante retroalimentación previa fijación de los conceptos y herramientas analizados. Cada una de las sesiones se desarrolló y registro mediante un registro en asistencias, según observamos en Figura 51, donde se registra el nombre de los asistentes, así como la fecha.

Figura 51 Lista de capacitaciones.

ELECTRO MECANICA SILVA S.A.C

LISTA DE CAPACITACIONES

EMPRESA: ELECTRO MECANICA SILVA S.A.C				
REPRESENTANTE LEGAL: SILVA CORTEZ, MANUEL JESUS				
N#	NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	OCCUPACIONES	FIRMA
1	Carlos Augusto Rodriguez	20093037	tornero	
2	Javier Villegas Cortez	09418255	tornero	
3	Gerardo Silva Prado	71594793	Mecanico Banco	
4	Percy Castillo	42027186	tornero	
5	Alonso Pirella Iban	10014368	Fresador	
6	Sanchez Silva Francisco	40192232	Mecanico Automotriz	
7	Aranza Lopez Lus	09256786	Mecanico	
8	Aedo Quinzá, Raul	09580936	Mecanico Soldador	
9	Alonso Pirella Iban	72831193	Mecanico	
10	Francisco Gonzalez	06873983	Inspeccion	
11	Sanchez Bellin David	47094430	Geologo	
12	Jaqueline C. Ernesto	74425224	Electrico	
13	LA Torre Nesisas Raul	93298511	Mecanico	
14	Zera - Cesar	7590021	Electrico Reparador	
15	Alonso Alfredo	76361123	Electricista tablerista	

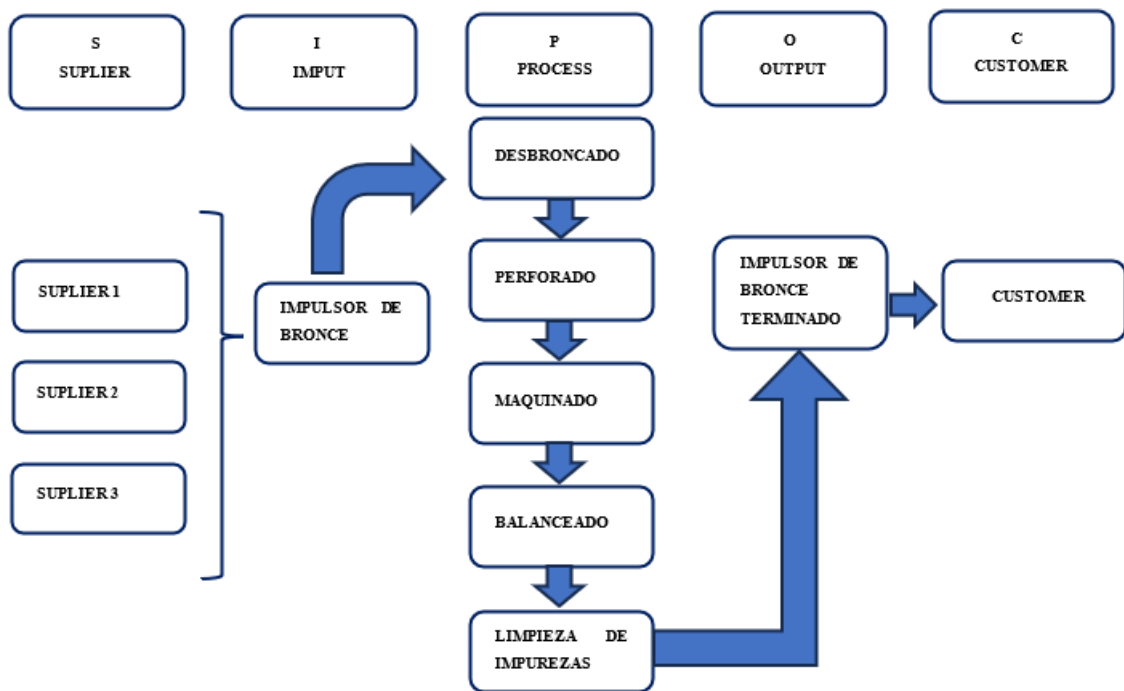
Nota: Datos proporcionados por la empresa.

b.- Recoger y verificación de datos

En esta etapa se realizó la medición de los resultados que son el número de reclamos registrados conformes a los pedidos.

La primera herramienta que se utilizó es un SIPOC este permite detallar en medida respectivamente las fases de las actividades, siendo así identificadas desde un inicio tales como proveedor, entradas y respectivas salidas, diversos procesos y por último, clientes. Teniendo como objetivo el poder apreciar todos los procesos de la empresa de forma general según se aprecia en la Figura 52.

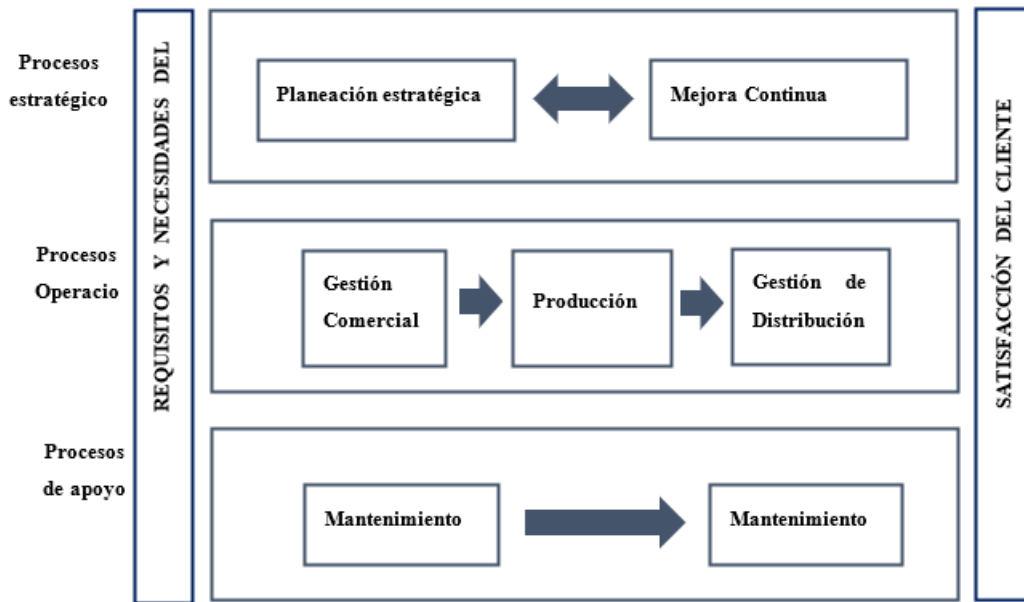
Figura 52 Diagrama SIPOC de Electromecánica.



Nota: Elaboración propia

Posterior se desarrolló el flujo de las actividades involucradas, se procedió al análisis de actividades frecuentes en la organización, teniendo como objetivo verificar existencia de relación entre diversas zonas, ver Figura 53.

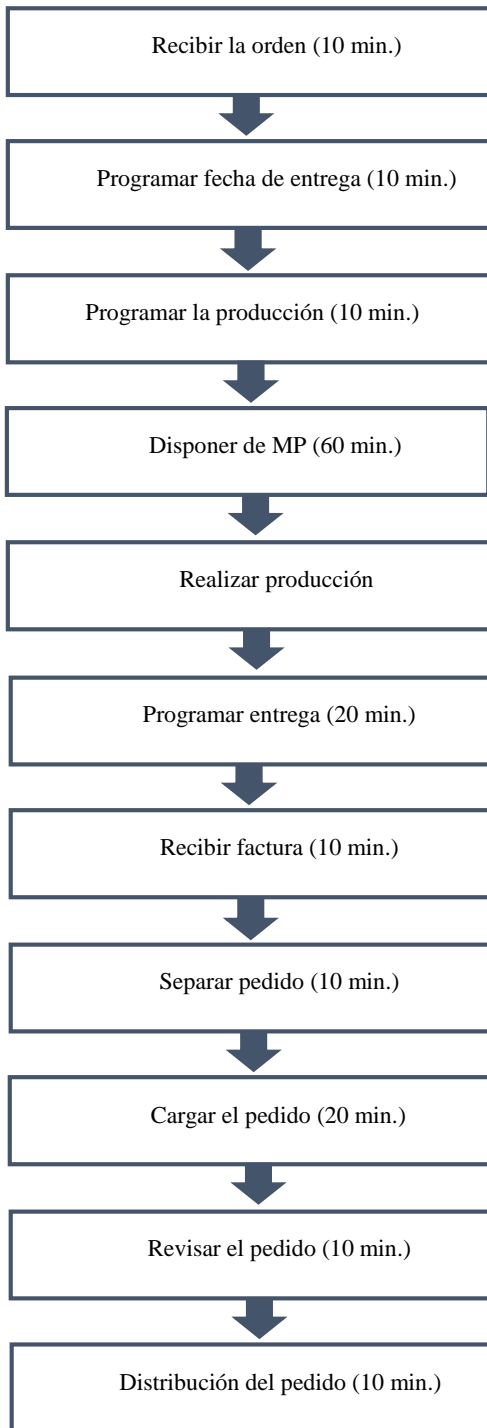
Figura 53 Mapeo de Procesos.



Nota: Elaboración propia

Se procedió a realizar el flujo de las actividades del proceso de inicio a fin es decir desde, cabe resaltar que a lo largo del transcurso del desarrollo de estudio no se encuentra considerando la duración del transporte desde su inicio a fin según Figura 54 a continuación.

Figura 54 Flujo de procesos.



Nota: Elaboración propia

Fase 2: Diseño del Plan de Mejora

a.-Planificación del proyecto a aplicar

Según la Tabla 43 podemos apreciar la aplicación del PROJECT CHARTER el cual no ayudo con la planificación del proyecto.

Tabla 43 *Project Charter.*

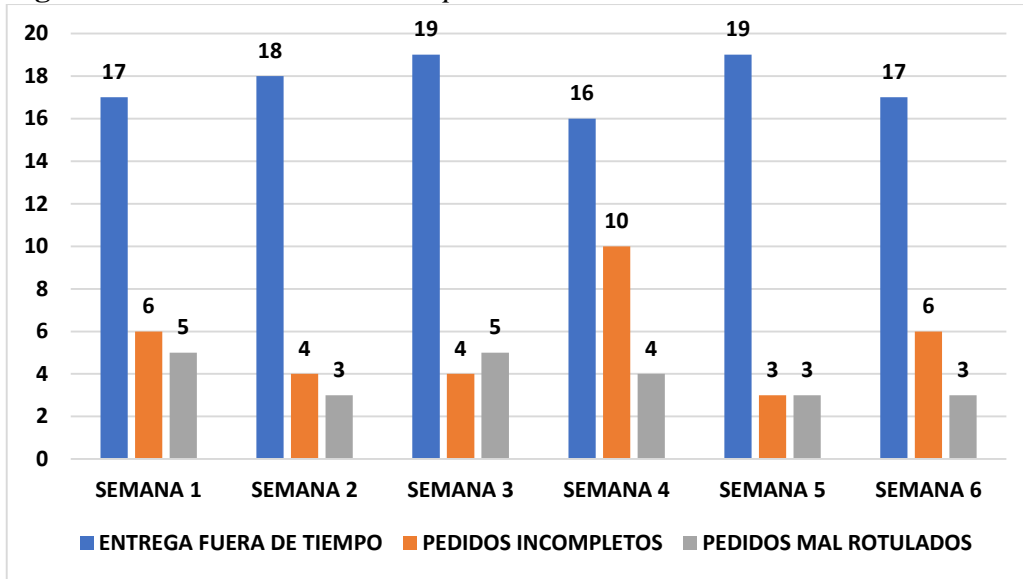
PROJECT CHARTER	
Problema	Durante los últimos meses se encuentran presentando diversos reclamos realizados por el consumidor final. -Entregas mal coordinadas no cumplen con lead time. -Pedidos que no cuentan con cantidades adecuadas. -Rótulos mal generados en pedidos realizados.
Alcance	El estudio es desarrollado desde mayo a septiembre del 2023, considerando solo un producto que Impulsor de Bronce SAE 64.
Objetivo	Reducir los reclamos por entregas de pedidos que no se encuentran dentro del lead time establecido en un 30% estableciendo objetivos.

Nota: Elaboración propia

b.- Definición del sistema de indicadores

Según los problemas desarrollados se analizó las prioridades a través del siguiente diagrama ver Figura 55.

Figura 55 Cantidad de Reclamos por mes.



Nota: Datos proporcionados por la empresa

Fase 3: Lanzamiento

a.-Identificar y eliminar o reducir desperdicios

Consideramos que todos los procesos se encuentran compuestos por diversas actividades de las cuales muchas de ellas generan valor como otras no, en ocasiones algunas actividades no se realizaban de la forma adecuada. Ver Tabla 44.

Tabla 44 Diagrama de Análisis de Proceso del impulsor de bronce Pre.

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESO								
Ubicación: Distrito de San Juan de Miraflores		Resumen						
Actividad: Elaboración de Impulsor de bronce SAE 64		Actividad	Actual	Propuesto	Ahorros			
Fecha: 16/05/2023		Operación	18					
Operador: R. S		Transporte	5					
Analista: L.P		Demora	0					
Marque el módulo y tipo apropiados		Inspección	3					
Método: <u>Actual</u> Propuesto		Almacenaje	0					
Tipo: Obrero <u>Material</u> Máquina		Tiempo (min.)	160.13					
Comentarios:		Distancia(pies)	34 M					
		Costo						
Descripción de la actividad	SIMBOLO					Tiempo	Distancia	Método Recomendado
1.-Solicitar la orden compra.	●	→	D	□	▽	8 min.		
2.- Coordinar el envío de piezas con la empresa.	●	→	D	□	▽	2 min.		
3.-Descarga de piezas y apilada hasta almacén.	●	→	D	□	▽	10 min	3m	
4.-Verificar la cantidad de piezas entregadas acorde a la guía.	○	→	D	●	▽	5 min.		
5.-Llevar piezas a almacén de MP.	○	●	D	□	▽	3 min.	7m	
6.-Firma de conformidad del encargado de almacén.	●	→	D	□	▽	2 min.		
7.-Operario clasifica según modelo del impulsor y las nuevas medidas solicitadas por la empresa.	○	→	D	●	▽	17 min.		
8.-Operario lleva al torno.	○	●	D	□	▽	3 min	5m	
9.-Sube las piezas al torno y ajustar Chuck según su medida.	●	→	D	□	▽	2 min.		
10.-El operario realiza el desbronado del impulsor.	●	→	D	□	▽	27.9 min.		
11.-El operario cambia la cuchilla de la torreta por una de broca.	●	→	D	□	▽	13.23 min.		
12.-El operario realiza el perforado.	●	→	D	□	▽	2 min.		
13.-El operario ajusta la torreta para cambio de herramienta.	●	→	D	□	▽	8 min.		
14.-El operario realiza el maquinado con las medidas finales.	●	→	D	□	▽	21 min		
15.-Desajustar Chuck para el retiro de la pieza.	●	→	D	□	▽	2 min.		
16.-Operario lleva al área de balanceo	○	●	D	□	▽	3 min.	3 m	
17.-El operario realiza el balanceo del impulsor	●	→	D	□	▽	8 min.		
18.-El operario realiza el retiro de imperfecciones visibles	●	→	D	□	▽	8 min		
19.-EL operario verifica de forma manual piezas terminadas.	○	→	D	●	▽	6 min.		
20.-Transporte hasta almacén.	○	●	D	□	▽	3 min.	4 m	
21.- Operario deja piezas acumuladas en carro de almacén.	●	→	D	□	▽	3 min.		
22.-Operario busca caja de envío.	●	→	D	□	▽	2 min.		
23.- Operario busca orden en el sistema y lo agrega a la caja.	●	→	D	□	▽	6 min.		
24.- Operario escribe el contenido de la orden en caja.	●	→	D	□	▽	1 min.		
25.- Operario transporta caja a área de despacho.	○	●	D	□	▽	2 min.		
26.- Despachador realiza entrega del pedido a courier.	●	→	D	□	▽	1 min.		

Nota: La figura representa un DAP adaptado de Niebel, B. W., Freivalds, A. (2004). INGENIERÍA INDUSTRIAL 11a: MÉTODOS, ESTÁNDARES Y DISEÑO DEL TRABAJO. España: Alfaomega.

Observamos en el diagrama la existencia de actividades las cuales son consideramos que no producen un valor agregado al producto a diferencia de las actividades realizadas en producción, en la Tabla 45 se aprecian actividades las cuales generan sobretiempos durante el flujo del proceso.

Tabla 45 *Actividades con operaciones que generan sobretiempos.*

ACTIVIDAD	TIEMPO
Operario deja piezas acumuladas en carro de almacén.	3 min.
Operario busca caja de envió.	2 min.
Operario busca orden en el sistema y lo agrega la caja.	6 min.
Operario escribe el contenido de la orden en caja.	1 min.
Operario transporta caja a área de despacho.	2 min.

Nota: Datos proporcionados por la empresa

En el cuadro se muestra que pasos y tiempos respectivos no generan valor agregado para la entrega de la orden, así como también en el DAP se aprecian actividades que pueden ser combinadas lo cual ayuda con el flujo del despacho y permite reducir errores durante el transcurso de las últimas operaciones.

Del análisis de las operaciones realizadas, se decide eliminar las actividades mencionadas y fusionar las que se crean convenientes, como el hecho de cuando se realice el transporte de las piezas hacia al APT.

Se debe realizar la clasificación y ubicación de las piezas a comparación de la situación Pre en la que el operario dejaba el carro de transporte con las piezas acumuladas en el APT y procedía a retirarse sin realizar ninguna clasificación o u ubicación de las mismas, lo cual ayudaría al momento de buscar las piezas por parte del despachador para que el despachador programe y realice él envió este tiempo sea reducido de la mejor forma.

Adicional a ello se procedió a dar la indicación que en el APT deberían encontrarse de forma impresa las guías y rótulos de las ordenes fabricadas durante el día, ya que en una primer estancia el no contar con ello y colocarlo de forma manual con plumón y procurar recordar lo visualizado en el sistema en muchas ocasiones generaba errores como la dirección del destino lo cual repercutía en la demora de la entrega de la orden o en muchas otras ocasiones el no colocar la cantidad correcta del pedido en la caja, pero al ya contar con la información debidamente rotulada para pegar en la caja esto ayudaría a realizar un doble chequeo del despacho y reducir los errores que podrían surgir.

Se estableció el procedimiento de confirmación de llegada de la orden al destino final, con el despachador y el cliente final mediante el envió de un correo de seguimiento

cuando la orden haya sido completada y se encuentre en su destino final, también se creó un Excel compartido con el área de producción en el cual el despachador debía de ingresar la cantidad despachada para evitar la sobreproducción de piezas.

En el DAP mejorado en la Tabla 46 observamos una notoria disminución de pasos, relacionado a los tiempos. Cabe resaltar que ahora la parte fundamental es que los subprocessos no son separados, sino que se realizan en la misma instancia.

Tabla 46 Diagrama de Análisis de Proceso del impulsor de bronce Post.

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESO								
Ubicación: Distrito de San Juan de Miraflores		Resumen						
Actividad: Elaboración de Impulsor de bronce SAE 64		Actividad	Actual	Propuesto	Ahorros			
Fecha: 30/06/2023		Operación	15					
Operador: R. S Analista: L.P		Transporte	4					
Marque el módulo y tipo apropiados		Demora	0					
Método: Actual Propuesto		Inspección	3					
Tipo: Obrero Material Máquina		Almacenaje	0					
		Tiempo (min.)	156.13					
Comentarios:		Distancia(pies)	34 M					
		Costo						
Descripción de la actividad	SIMBOLO					Tiempo	Distancia	Método Recomendado
1.-Solicitar la orden compra.	●	→	D	□	▽			
2.-Coordinar el envío de piezas con la empresa.	●	→	D	□	▽	2 min.		
3.-Descarga de piezas y apilada hasta almacén.	●	→	D	□	▽	10 min	3m	
4.-Verificar la cantidad de piezas entregadas acorde a la guía.	○	→	D	●	▽	5 min.		
5.-Llevar piezas a almacén de MP.	○	●	D	□	▽	3 min.	7m	
6.-Firma de conformidad del encargado de almacén.	●	→	D	□	▽	2 min.		
7.-Operario clasifica según modelo del impulsor y las nuevas medidas solicitadas por la empresa.	○	→	D	●	▽	17 min.		
8.-Operario lleva al torno.	○	●	D	□	▽	3 min	5m	
9.-Sube las piezas al torno y ajustar Chuck según su medida.	●	→	D	□	▽	2 min.		
10.-El operario realiza el desbroncado del impulsor.	●	→	D	□	▽	27.9 min.		
11.-El operario cambia la cuchilla de la torreta por una de broca.	●	→	D	□	▽	13.23 min.		
12.-El operario realiza el perforado.	●	→	D	□	▽	2 min.		
13.-El operario ajusta la torreta para cambio de herramienta.	●	→	D	□	▽	8 min.		
14.-El operario realiza el maquinado con las medidas finales.	●	→	D	□	▽	21 min		
15.-Desajustar Chuck para el retiro de la pieza.	●	→	D	□	▽	2 min.		
16.-Operario lleva al área de balanceo	○	●	D	□	▽	3 min	3 m	
17.-El operario realiza el balanceo del impulsor	●	→	D	□	▽	8 min		
18.-El operario realiza el retiro de imperfecciones visibles	●	→	D	□	▽	8 min		
19.-EL operario verifica de forma manual pieza terminada.	○	→	D	●	▽	6 min.		
20.-Transporte hasta almacén y clasifica según tipo de producto.	○	●	D	□	▽	4 min.	4 m	
21.- Operario pega rotulo impreso de OP trabajada en caja armada, y entrega caja al despachador.	●	→	D	□	▽	3.5 min.		
22.-Despachador entrega pedido, realiza seguimiento a la orden y cuadra el stock.	●	→	D	□	▽	1 min.		

Nota: La figura representa un DAP adaptado de Niebel, B. W., Freivalds, A. (2004). INGENIERÍA INDUSTRIAL 11a: MÉTODOS, ESTÁNDARES Y DISEÑO DEL TRABAJO. España: Alfaomega.

Fase 4: Estabilización mejoras.

a.-Mejora de Mantenimiento (TPM)

Como objetivo de que el actual flujo de actividades no presente problemas a repercutiendo en su rendimiento o eficiencia, decimos plantear un mecanismo de mantenimiento preventivo y correctivo si es requerido, este comprende en el mantenimiento semanal y limpieza del torno con gasolina según Figura 56.

Figura 56 *Torno se encuentra limpio.*



Nota: Datos proporcionados por la empresa.

Se estableció un programa de limpieza para los equipos asignando artículos de limpieza en este caso la gasolina es el componente principal con el cual se realiza la limpieza a este tipo de máquinas, se proporcionó 2 galoneras las cuales se encontrarían cerca y en un lugar predeterminado en el área de producción para ser usadas cuando se requieran según el cronograma establecido ver Figura 57.

Figura 57 *Galón de gasolina disponibles.*



Nota: Datos proporcionados por la empresa

Esta responsabilidad es designada sobre los mismos operarios del área de manufactura.

Fase 5: Estandarización

a.-Estandarización de métodos de trabajo

Consideramos esta fase importante en el desarrollo de Lean debido a que se estableció, mediante la ayuda de manuales de procedimientos, cada etapa esencial del flujo del proceso desde la fase inicial hasta la culminación con la entrega al cliente final.

El desarrollo del manual establecido para los procedimientos se realizó por el líder designado para proyecto. Mediante el cual se aplicó la técnica 5W1H, esta permitió a los encargados detallar funciones, y secuencias de cada actividad del proceso ver Tabla 47.

Tabla 47 Técnica de los 5W1H.

5W1H	SIGNIFICADO
WHAT?	¿Qué se va hacer?
WHO?	¿Quién lo va hacer?
WHERE?	¿Dónde se va hacer?
WHEN?	¿Cuándo se va hacer?
WHY?	¿Por qué se va hacer?
HOW?	¿Como se va hacer?

Nota: La figura representa la técnica de los 5W1H adaptado de Niebel, B. W., Freivalds, A. (2004). INGENIERÍA INDUSTRIAL 11a: MÉTODOS, ESTÁNDARES Y DISEÑO DEL TRABAJO. España: Alfaomega.

Fase 6: Fabricación en Flujo

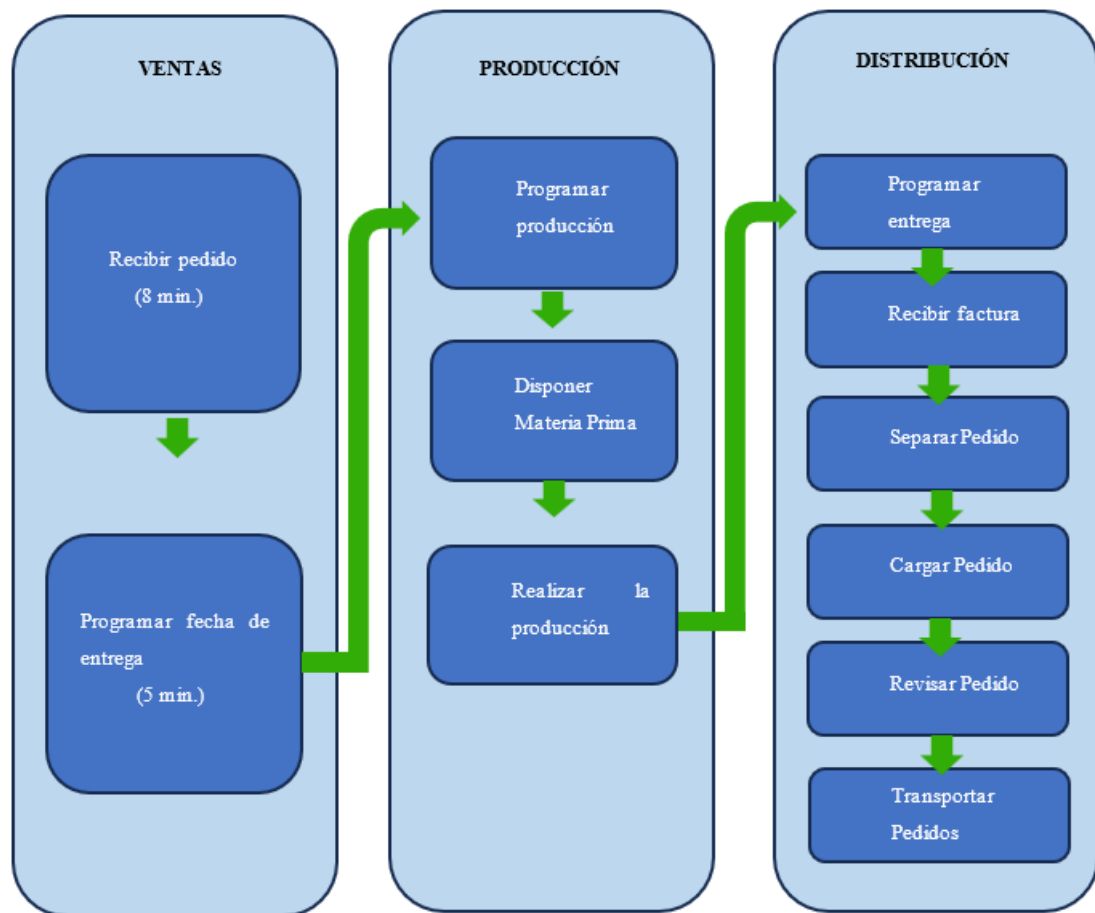
a.- Implementar Just intime.

Es considerado como eje principal del Lean, el cual menciona que se debe entregar productos de forma adecuada, con la cantidad correcta en el momento adecuado.

Por lo contrario, la entrega de las órdenes no es realizada de eficiente y en forma oportuna debido a que se tiene que agrupar diversos pedidos en serie para lograr mejorar las entregas, a continuación, observamos el flujo que realizan las órdenes desde su creación hasta su entrega.

Según Figura 58 observamos el flujo en los procesos de inicio a fin.

Figura 58 Flujo de procesos.



Nota: Datos proporcionados por la empresa

La duración que requiere el despachar las órdenes es de 161 min. que es un valor referencial a 2.68 hr. Esto aclara que aún se cuenta con disponibilidad de tiempo para continuar con la fabricación, sin embargo, esta no es una opción adecuada ya que se generaría una sobreproducción de piezas.

b.-Reducir stocks

Mediante la optimización del flujo mejorado del proceso se consigue la depuración de inventarios obsoletos de productos intermedios, dejando de esta forma esencialmente stocks en MP y un reducido stock, gracias a que el flujo del proceso es eficiente y tiene un adecuado rendimiento el cual permite actuar a la brevedad ante diversas situaciones que se generen

A continuación, en la Tabla 48 se aprecia como es que se reorganizo el área de despachos de productos terminados y almacén logrando así de esta forma una mejor organización al momento de realizar el despacho de las órdenes, igual forma se aprecia que se realiza el control y checklist de capacitaciones brindadas respecto a la metodología.

Tabla 48 Organización post a la aplicación de la herramienta Lean.

MEJORAS REALIZADAS	
	
	
	

Nota: Datos proporcionados por la empresa.

Situación (Post Test)

Respecto al entorno post al desarrollo de la teoría, realizamos la nueva recopilación de los datos e información en base a la misma muestra inicial desarrollada y así poder validar la información obtenida para la resolución del problema específico.

La cual resulto de forma favorable para la variable en cuestión, se logra apreciar una reducción significativa en base a la cantidad de reclamos relacionada a una disminución en la duración de las entregas y mejora del Lead time de entrega de las órdenes a los clientes.

Luego de realizar la evaluación de la situación antes y proceder con la aplicación de la teoría, la cual trae consigo en parte capacitaciones dirigidas hacia el personal el cual solía contar con diversos errores, esto mejoró luego de las capacitaciones brindadas a los trabajadores en la cual se detalló la historia, descripción, uso y beneficios con el uso correcto en el desarrollo de la herramienta Lean se compartió y presentaron casos de éxito alcanzados en industrias relacionadas con el fin de lograr una motivación en los trabajadores y así todos en conjunto ir tras un mismo objetivo.

Se observaron diversos problemas relacionados con el proceso de la entrega, estos lograron ser resueltos de forma óptima mediante cambios establecidos en el procedimiento a seguir. Todos estos y demás problemas se evaluaron y se rediseño el flujo del proceso mediante el cual solían ser realizado la entrega de las órdenes.

Logrando así establecer un mejor procedimiento de despacho alcanzando así el objetivo deseado, para el cual se estableció mejoras internas dentro de los procesos de envío de igual forma como un control de entregas y seguimiento de órdenes y reclamos generados para su solución a la brevedad es con ello que se lleva una mejor organización en el flujo continuo del proceso.

Estos problemas se lograron solucionar de forma eficiente los cuales, en un inicio en diversas situaciones, se originaban por la falta de coordinación de las actividades en la preparación del despacho, respecto y acorde a las ordenes previstas de entrega.

Todo ello generaba un impacto final directo en los tiempos ocasionando la demora de entrega en las órdenes a los clientes, lo cual mejoró con el apoyo del Lean.

Conseguimos la reducción de este error respecto al rotulado de la orden el cual causaba al trabajador que no sea capaz de ejecutar el despacho de la manera adecuada y óptima, para ello con la automatización del rotulado de la orden se consiguió la reducción de los errores en el mismo ya que este será impreso previamente y logrando así no tener direcciones de destino o nombres erróneos del cliente ocasionado por los procesos manuales que se venían realizando en la situación pre.

De igual forma se aprecia que también se logró la mejora de la colocación de las cantidades de piezas adecuadas por orden, logrando la preselección de los productos en

bandejas separadas con una copia del rotulo del contenido de la orden logrando mejorar y reducir el error que se presentaba de cantidades erróneas en las entregas realizadas.

luego se tenía que generar reprocesos de envío de las ordenes debido a que la dirección de envío que escribió el trabajador se encontraba errónea.

En cuanto al orden de las cajas dentro del almacén estas se clasificaron acorde al tamaño y se colocaron en posiciones estratégicas de fácil alcance para no tardar al momento de buscar las cajas para el envío de la orden.

Parte del procedimiento que se estableció fue que al momento de que una orden de producción se encontraba por ser culminado, el encargado de preparar la orden debía ya previamente tener ubicado, seleccionado y armada la caja, así como también debería de para proceder directamente con el llenado de la caja con las piezas logrando así de esta forma optimizar los tiempos de entrega.

De igual manera se incentivó a que el rotulo de la orden debía ya encontrarse previamente impreso a la espera del término del armado y llenado de la caja con lo cual conseguir que este proceso sea más rápido y reduciendo los errores en común ocasionados en la situación antes.

Se realizo la coordinación con los trabajadores encargados del proceso, el lograr establecer un espacio predeterminado en el área, para así poder dejar las órdenes preparadas y listas a ser entregadas, sin necesidad de que estas se vean perjudicadas a lo largo del proceso y lograr así reducir que las cajas cuenten y presenten abolladuras ya que se tomó en consideración un espacio establecido manteniendo el adecuado orden de las ordenes

Posterior a lo antes mencionado se decidió establecer un mejor control referente al seguimiento en cuanto a la confirmación satisfactoria del envío de las ordenes, es decir se envía un mensaje vía WhatsApp consultando información respecto a la recepción adecuada de la orden.

Todo lo mencionado en párrafos anteriores permitió que se logre cumplir y alcanzar de forma eficiente y óptima con el objetivo planteado mediante el desarrollo de la herramienta Lean.

Muestra después (Post Test)

Posterior al desarrollo de las fases del Lean, analizamos y verificamos el registro respecto a los reclamos ingresados de forma semanal por los clientes, originándose de esta forma los resultados a continuación según Tabla 49, se visualiza un cambio significativo respecto a la situación inicial.

Tabla 49 Registro de cantidad de reclamos por semana Post Test.

SEMANA	ENTREGA FUERA DE TIEMPO	PEDIDOS INCOMPLETOS	PEDIDOS MAL ROTULADOS	Σ RECLAMOS x SEMANA
SEMANA 7	10	3	2	15
SEMANA 8	11	5	0	16
SEMANA 9	12	4	1	17
SEMANA 10	10	5	1	16
SEMANA 11	9	6	0	15
SEMANA 12	9	4	3	16

Nota: Datos proporcionados por la empresa.

Se aprecia que el índice de reclamos se logró reducir de una forma significativa comprobando de esta forma que el desarrollo de la herramienta Lean fue una ayuda y aporte para el presente estudio.

Se aprecia en la Tabla 50, el impacto de los resultados generado por las 3 hipótesis específicas desarrolladas durante el presente estudio este cuadro presenta un resumen de las mejoras realizadas en la investigación cabe resaltar que fueron resultados positivos ya que se logró cumplir con cada uno de los objetivos planteados.

Como primer logro tenemos que se obtuvo una reducción de un 16% en el tiempo de fabricación de piezas para la hipótesis N°1, con lo cual se logra mejorar los niveles de productividad y eficiencia en el área de manufactura en la organización.

Respecto en cuanto al segundo logro y se aprecia la reducción de hasta un 20% en el cambio de piezas efectuado durante las paradas de línea para la hipótesis N°2, logrando conseguir de esta forma incrementar la producción y mejorar la organización entre las actividades durante el proceso de fabricación.

Por último, tenemos que se alcanzó la reducción y optimización de un 44% en el Lead time de entrega de órdenes para la hipótesis N° 3, logrando así reducir y mejorar los procedimientos de entrega de las órdenes.

Tabla 50 Cuadro de resultados PRE y POST.

N°	HIPOTESIS	VARIABLE INDEPENDIENTE	VARIABLE DEPENDIENTE	INDICADOR	PRE-TEST	POST-TEST	DIFERENCIA	% VARIACIÓN
1	Si se aplica la metodología 5S, entonces se mejorará los tiempos de producción de las piezas.	Metodología 5S	Tiempo de producción de las piezas.	Tiempo promedio x pieza	114	96	18	16%
2	Si se aplica la metodología SMED, entonces se incrementará la actividad de las maquinarias en la línea de producción.	SMED	Tiempo de cambio de piezas.	Tiempo promedio de cambio x pieza	45	36	9	20%
3	Si se aplica la metodología Lean, entonces se optimizará el lead time de entrega de órdenes.	Lean	Tiempo de entrega de órdenes de producción.	Tiempo x órdenes de entrega	27	15	12	44%

Nota: Datos proporcionados por la empresa

4.2 Análisis de resultados

Generalidades

En Electromecánica Silva se aplicó las herramientas de Lean Manufacturing con el objetivo de solucionar y optimizar los tiempos de fabricación en la línea de producción. En el transcurso del flujo del proceso se determinó metas dentro de las cuales se encuentra disminuir los tiempos de manufactura, y depurar actividades que no generen ningún tipo de valor. Para ello, se aplicó la metodología 5S, DAP, DOP, la empresa no contaba con un almacén organizado, instructivos de maquinaria, formatos de producción y tiempos estándar por proceso. Para la aplicación se emplearon registros documentados.

Dentro del conjunto de posibles orígenes referentes a la disminución referente a la productividad en la manufactura de piezas en Electromecánica Silva ubicado en Lima Metropolitana, para la cual se evidencia la inexistencia de estandarización sus procesos internos de manufactura, encontramos una mal gestión de las fases en los procesos por parte de los colaboradores, además de no existir un plan de mantenimiento el cual contemple alargar la vida útil de equipos y herramientas, los trabajadores no se encuentran capacitados en los procesos internos de forma oportuna, son estos principales detonantes que provocan una disminución en la productividad en la organización. Se debe tomar en consideración los problemas antes mencionados, para lograr así poder establecer soluciones a los problemas originarios de la disminución en la productividad.

En este punto se presentan el planteamiento de los valores obtenidos referente a la prueba de: normalidad y prueba de hipótesis del estudio, en el cual se aprecia con mejor precisión

la recopilación de información levantada en relación a las muestras observadas en entorno pre y en entorno post, de forma que logremos demostrar y evaluar ambas contrapartes de las muestras, mediante el análisis estadístico inferencial desarrollado en la investigación en cada hipótesis específica.

En el desarrollo de la obtención de los valores y resultados en relación con las pruebas se utilizó el Software Estadístico SPSS, el a través del este se efectuó la prueba de los datos empleados en el estudio.

En este punto se presentan el planteamiento y desarrollo de resultados de las diversas pruebas estadísticas con relación a la investigación mencionado anteriormente, en la cual observamos mejor detalle referente a las muestras respecto a la situación pre y en situación post, de esta forma comprobamos y verificamos ambas partes de las muestras, mediante el análisis de estadística inferencial forjados en el desarrollo de la investigación.

Como herramienta de estadística digital se utilizó el software IBM SPSS Statistics

a) Pruebas de normalidad

Para la realización de las pruebas de normalidad se asumen las siguientes hipótesis:

H0 ► Hipótesis Nula - Los datos de la muestra SI siguen una distribución normal.

H1 ► Hipótesis Alterna – Los datos de la muestra NO siguen una distribución normal.

Nivel de significancia: Sig. = 5.00%

Criterio de selección

- Si el nivel de significancia (Sig.) da como resultado un valor mayor a 5.00%, es decir, Sig.> 0.05, entonces se acepta la hipótesis nula (H₀).

Por consiguiente, los valores de la muestra SI siguen una distribución normal.

- Si el nivel de significancia (Sig.) da como resultado un valor menor o igual a 5.00%, es decir, Sig. =< 0.05, entonces se acepta la hipótesis alterna (H₁).

Por consiguiente, los valores de la muestra NO siguen una distribución normal.

El software analiza la información en base a 2 pruebas:

- ✓ Prueba de normalidad de Kolmogorov – Smimov: prueba de normalidad de aplicación si el tamaño de muestra es superior a 30 (n>30).
- ✓ Prueba de normalidad de Shapiro – Wik: prueba de normalidad de aplicación si el tamaño de la muestra es menor o igual a 30 (n=<30).
- ✓ El resumen de la secuencia para evaluar la normalidad de la data se puede observar en la Figura 04.

b) Contrastación de la hipótesis

Para las pruebas de contrastación de hipótesis se asume el siguiente criterio:

H0 ► Hipótesis Nula – NO se evidencia diferencia desde el punto de vista estadístico entre las muestras Pre - Test y Post – Test.

H1 ► Hipótesis Alternativa – SI se evidencia diferencia desde el punto de vista estadístico entre las muestras Pre - Test y Post – Test.

Nivel de significancia: Sig. = 5.00%

Criterio de Selección

- Si se obtiene un nivel de significancia con un valor superior al 5.00%, es decir, Sig. > 0.05, entonces se acepta la hipótesis nula (H0).

Por consiguiente, NO se aplica la variable independiente (variable teórica).

- Si se obtiene un nivel de significancia con un valor menor o igual al 5.00%, es decir, Sig. \leq 0.05, entonces se acepta la hipótesis alternativa (H1).

Por consiguiente, SI se aplica la variable independiente (variable teórica).

El estudio de la contrastación de hipótesis se basa en lo siguiente:

- ✓ Tipo de distribución de las muestras: se determina la distribución de las muestras (analizar si las muestras siguen o no siguen una distribución normal)
- ✓ Relación de las muestras: se determina la categoría de relación de las muestras (muestras relacionadas o muestras independientes)
- ✓ T de Student: Aplicable en tanto se analizan datos Pre - Test y Post – Test donde ambos siguen una distribución normal.
- ✓ U de Mann Whitney: Aplicable en tanto se analicen datos Pre – Test y Post - Test que no siguen una distribución normal (uno o ambos).

c) Pruebas de Levene

Para la prueba de Levene se plantea la siguiente validez de la hipótesis:

H0 ► Hipótesis nula – SI se asumen varianzas iguales

H1 ► Hipótesis alternativa – NO se asumen varianzas iguales

Nivel de significancia: Sig. = 0.05

Criterio de Selección

- Si el nivel de significancia Sig. resulta ser un valor mayor o igual al 5.00% (Sig. \geq 0.05), entonces, se acepta la hipótesis nula (H0)

Por lo tanto, se asumen varianzas iguales.

Desarrollo de hipótesis específicas

Primera hipótesis específica 01: Si se aplica la metodología 5S entonces se mejorará los tiempos de producción de las piezas

Muestra Pre Test:

Respecto a lo desarrollado en el capítulo 4.1 en referencia a muestras para la variable específica 1 es la duración promedio por proceso en forma semanal del periodo de manufactura, tomando como inicio la fecha de mayo hasta junio de 2023. La información fue obtenida mediante registro en tiempos registrados por los investigadores.

De igual manera, este compuesto por 20 valores en la muestra (Pre) y 20 valores en la muestra (Post) del tiempo promedio por proceso de forma semanal de los días de producción, de ser factible el desarrollo de la variable independiente en la investigación en esta 1° hipótesis específica según Tabla 51.

Tabla 51 Muestra Pre y Post Test Registro de tiempos promedio por proceso en forma semanal.

Muestra Pre Test	Muestra Post Test
114	96
114	95
113	98
114	96
113	95
113	96
116	96
114	96
116	95
115	96
111	98
116	95
114	97
115	96
115	96
116	97
116	96
116	97
115	96
114	96

Datos: Software IBM SPSS.

Prueba paramétrica Pre Test y Post Test

Con el uso software IBM SPSS se generó el resumen de procesamiento respecto a los casos, en el cual se aprecia según los valores procesados resultaron el tiempo promedio por proceso semanal. Respecto al valor de porcentaje de datos obtenidos resultado del 100% para ambas muestras Pre y Post, en referencia al porcentaje de casos perdidos resulto ser 0% obteniéndose un valor general de casos del 100% según Tabla 52.

Tabla 52 Resumen de procesamiento de casos del tiempo de producción.

Resumen de procesamiento de casos							
Serie	Válido		Perdidos		Total		
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje	
Productividad	Muestra Pre	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%
	Muestra Post	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%

Datos: Software IBM SPSS.

Estadísticos Descriptivos

Según Tabla 53, apreciamos datos estadísticos descriptivos para ambas muestras Pre y Post Test, esto anexa un detalle de los datos procesados para ser analizarlos ya sea por tendencia central o por dispersión.

Tabla 53 Estadísticos descriptivos Pre Test y Post Test.

Descriptivos					
	Muestra Pre Test (1) - Post Test (2)		Estadístico	Desv. Error	
Productividad	Muestra Pre	Media	114,50	,303	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	113,86	
			Límite superior	115,14	
		Mediana	114,50		
		Varianza	1,842		
		Desviación estándar	1,357		
	Muestra Post	Media	96,15	,196	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	95,74	
			Límite superior	96,56	
		Mediana	96,00		
		Varianza	,766		
		Desviación estándar	,875		

Datos: Software IBM SPSS.

– Muestra Pre Test

- Media: 114,50
- Mediana: 114,50
- Varianza: 1,842
- Desviación estándar: 1,357

– Muestra Post Test

- Media: 96,15
- Mediana: 96,00
- Varianza: ,766
- Desviación estándar: ,875

Prueba de normalidad

En la prueba de normalidad se emplearon los datos de los tiempos promedios en proceso en forma semanal, dado que la cantidad global de datos es menor a 50 se opta por desarrollar la prueba de normalidad realizando el test de Shapiro Wilk mediante el uso Software IBM SPSS, con el principal objetivo de evaluar y comprobar si la distribución es normal, en resumen, si es paramétrica según Tabla 54.

Tabla 54 Prueba de normalidad para los tiempos promedios por proceso de forma semanal.

Pruebas de normalidad							
Serie	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
Productividad	Muestra Pre	,165	20	,154	,882	20	,020
	Muestra Post	,318	20	,000	,833	20	,003

a. Corrección de significación de Lilliefors

Datos: Software IBM SPSS.

En relación con los resultados proporcionados mediante la prueba de normalidad de Shapiro – Wik, se establece que:

-En ambas muestras Pre y Post para tiempos promedios por proceso de forma semanal en la presente investigación, se obtiene valores referentes la Sig son acordes a: 0,020 y 0,003 respectivamente.

-Según el análisis de la significancia para ambas muestras Pre y Post este presenta un valor inferior al 5.00% comprobándose de esta forma, que se toma en consideración

aceptándose la hipótesis alterna, logrando así comprobar que ambos datos de la muestra Pre y Post no son provenientes de una distribución normal.

PRUEBA DE HIPÓTESIS 1

Prueba de Hipótesis

H_0 : Si se aplica la metodología 5S entonces NO se mejorará los tiempos de producción de las piezas.

H_1 : Si se aplica la metodología 5S entonces SI se mejorará los tiempos de producción de las piezas.

Prueba de Significancia

Debido a que los valores registrados tienen naturaleza numérica, para ambas muestras independientes, además la muestra Pre no proviene de una distribución normal, y la muestra Post también no proviene de una distribución normal, se estableció usar la Prueba de U de Mann Whitney, esta es una prueba de hipótesis la cual permite evaluar si en la obtención de resultados existe diferencia estadística de forma significativa referente a ambas medianas según Tabla 61.

Prueba no paramétrica de U de Mann Whitney

En la evaluación de hipótesis según Tabla 55, apreciamos que la prueba de U de Mann Whitney para muestras independientes, contiene una Sig. de 0,000 valor el cual es menor al 0,05, es así, que determinamos que se procede a rechazar la hipótesis nula (H_0) para así aceptar la hipótesis alterna (H_1).

Tabla 55 Prueba no paramétrica de U de Mann Whitney.

Resumen de contrastes de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig. ^{a,b}	Decisión
1	La distribución de Productividad es la misma entre categorías de Serie.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	,000	Rechace la hipótesis nula.

a. El nivel de significación es de ,050.

b. Se muestra la significancia asintótica.

Datos: Software IBM SPSS.

Respecto a la información mostrada, los tiempos promedios por proceso de forma semanal, esta evidencia y presenta una diferencia estadística significativa para tiempos promedios por proceso en forma semanal posterior al desarrollo.

Para ello, en este contraste de ambas muestras se procede a rechazar la hipótesis nula.

H₀: Si se aplica la metodología 5S entonces NO se mejorará los tiempos de producción de las piezas.

Por todo lo antes expuesto se evidencia claramente que la aplicación de la metodología 5S tuvo un efecto positivo significativo en la mejora de los tiempos de producción de las piezas.

Segunda Hipótesis específica: Si se aplica la metodología SMED, entonces se incrementará la actividad de las maquinarias en la línea de producción.

-Muestra Pre Test:

Respecto a lo desarrollado en el capítulo 4.1 en referencia a muestras para la variable específica 2 es el tiempo promedio de parada tiempo promedio de parada, tomando como inicio la fecha de mayo hasta junio de 2023. Los datos fueron obtenidos por el registro de tiempos por parada por semana dicho registro fue elaborado por los investigadores.

De igual manera, este compuesto por 4 valores en la muestra (Pre) y 4 valores en la muestra (Post) del tiempo promedio de parada de línea por cambio de piezas, de ser factible el desarrollo de la variable independiente en la investigación en esta 2° hipótesis específica según Tabla 56.

Tabla 56 Muestra Pre VS Muestra Post

Muestra Pre Test (1)	Muestra Post Test (2)
45,72	36,47
45,87	35,28
46,02	36,94
45,66	35,58

Datos: Software IBM SPSS.

Prueba paramétrica Pre Test y Post Test

Con el uso software IBM SPSS se generó el resumen de procesamiento respecto a los casos, en el cual se aprecia según los valores procesados 4 muestras pre y 4 muestras post. Respecto al valor de porcentaje de datos obtenidos resultado del 100% para ambas muestras Pre y Post, en referencia al porcentaje de casos perdidos resultado ser 0% obteniéndose un valor general de casos del 100% según Tabla 57.

Tabla 57 Resumen de procesamiento de casos del tiempo de cambio de piezas.

Resumen de procesamiento de casos							
	Muestra Pre Test (1) - Post Test (2)	Casos					
		Válido		Perdidos		Total	
		N	Porcentaj e	N	Porcentaj e	N	Porcentaj e
Cambio de piezas	MUESTRA PRE	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%
	MUESTRA POST	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%

Datos: Software IBM SPSS.

Estadísticos descriptivos

Según Tabla 58, apreciamos datos estadísticos descriptivos para ambas muestras Pre y Post Test, esto anexa un detalle de los datos procesados para ser analizarlos ya sea por tendencia central o por dispersión.

Tabla 58 Estadísticos descriptivos Pre Test y Post Test – Tiempo de cambio de piezas.

Descriptivos				
	Muestra Pre Test (1) - Post Test (2)	Estadístico	Desv. Error	
Cambio de piezas	MUESTRA PRE	Media	45,8175	,08088
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	45,5601
		Límite superior	46,0749	
		Mediana	45,7967	
		Varianza	,026	
		Desv. Desviación	,16176	
	MUESTRA POST	Media	36,0708	,38526
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	34,8448
		Límite superior	37,2969	
		Mediana	36,0283	
		Varianza	,594	
		Desv. Desviación	,77051	

Datos: Software IBM SPSS.

– Muestra Pre Test

- Media: 45,8175
- Mediana: 45,7967
- Varianza: ,026
- Desviación estándar: ,16176

– Muestra Post Test

- Media: 36,0708
- Mediana: 36,0283
- Varianza: ,594
- Desviación estándar: ,77051

Prueba de Normalidad

En la prueba de normalidad se emplearon los datos de los tiempos promedios por paradas en forma semanal, dado que la cantidad global de datos es menor a 50 se opta por desarrollar la prueba de normalidad realizando el test de Shapiro Wilk mediante el uso Software IBM SPSS, con el principal objetivo de evaluar y comprobar si la distribución es normal, en resumen, si es paramétrica según Tabla 59.

Tabla 59 Prueba de Normalidad para el tiempo por cambio de piezas.

Pruebas de normalidad							
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístic	gl	Sig.	Estadístic	gl	Sig.
		Muestra Pre Test (1) - Post Test (2)	o		o		
Cambio de piezas	MUESTRA PRE	,220	4	.	,957	4	,761
	MUESTRA POST	,237	4	.	,933	4	,611

a. Corrección de significación de Lilliefors

Datos: Software IBM SPSS.

En relación a los resultados proporcionados mediante la prueba de normalidad de Shapiro – Wik, se establece que:

-En ambas muestras Pre y Post para tiempos promedios de cambio de piezas de forma semanal en la presente investigación, se obtiene valores referentes la Sig son acordes a: 0,761 y 0,611 respectivamente.

-Según el análisis de la significancia para ambas muestras Pre y Post presentan un valor superior al 5.00% comprobándose de esta forma, que se toma en consideración aceptándose la hipótesis Nula, logrando así comprobar que ambos datos de la muestra Pre y Post son provenientes de una distribución normal.

PRUEBA DE HIPÓTESIS 2

H₀: Si se aplica la metodología SMED, entonces NO se incrementará la actividad de las maquinarias en la línea de producción.

H₁: Si se aplica la metodología SMED, entonces SI se incrementará la actividad de las maquinarias en la línea de producción.

Prueba de Significancia

Debido a que los valores registrados tienen naturaleza numérica, para ambas muestras independientes, además la muestra Pre proviene de una distribución normal, y la muestra Post también proviene de una distribución normal, se estableció usar la Prueba T de Student de muestras independientes, la cual es una prueba de hipótesis que permite evaluar si en los resultados hay diferencia estadística de muestra significativa a sus medias.

Prueba de Levene

Previo a la evaluación de la prueba de hipótesis T de Student referente a muestras independientes, en primera estancia utilizaremos como herramienta de estadística inferencial a Levene y así conseguir analizar si realmente existe igualdad en sus varianzas de nuestra variable analizada tanto en la muestra Pre y Post ver Tabla 60.

Tabla 60 Prueba de Levene para el cambio de piezas Pre y Post Test.

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas	
		F	Sig.
Cambio de piezas	Se asumen varianzas iguales	18,477	,005
	No se asumen varianzas iguales		

Datos: Software IBM SPSS.

Posterior al análisis del nivel existente en significancias para prueba de Levene se aprecia que este es de 0,005 por tanto esta al ser menor al 5.00%, se concluye que no se asumen varianzas iguales.

Según Tabla 61, observamos estadísticas de grupo. Para ello contamos de 4 datos para muestra Pre con una media de 45,8175 por otro lado la contraparte cuenta con 4 datos para la muestra post con una media de 36,0708, en la cual se aprecia una reducción del tiempo en cambio de piezas por parada en la línea.

Tabla 61 Estadísticas de Grupo de la segunda hipótesis.

Estadísticas de grupo						
	Muestra Pre Test (1) - Post		N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
	Test (2)					
Cambio de piezas	MUESTRA PRE		4	45,8175	,16176	,08088
	MUESTRA POST		4	36,0708	,77051	,38526

Datos: Software IBM SPSS.

Según Tabla 62, apreciamos en la prueba T Student para muestras independientes que el valor obtenido para la Sig. es de 0,000 por lo tanto, al ser esta menor al 5.00%, con lo cual se logra determinar que se rechaza la hipótesis nula (H_0) y por ende se debe aceptar la hipótesis alterna (H_1).

Tabla 62 Prueba de hipótesis de T Student de muestras independientes.

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Cambio de piezas	de Se asumen varianzas iguales	18,477	,005	24,759	6	,000	9,74667	,39366	8,78343	10,70991
	No se asumen varianzas iguales			24,759	3,264	,000	9,74667	,39366	8,54928	10,94405

Datos: Software IBM SPSS.

Posterior al resultado obtenidos según Tabla 68, referente al tiempo de cambio de las piezas en parada en línea previo al desarrollo de la herramienta SMED denota que existe una diferencia significativa estadísticamente reflejado, a la duración de cambio en piezas para la parada en línea posterior al desarrollo de la herramienta.

En resumen, para el presente contraste de muestras se decide aceptar la hipótesis alterna lo cual viene siendo el reflejo, a la hipótesis del investigador:

H₁: La aplicación de la metodología SMED, reducirá los tiempos de cambio de piezas en las paradas de línea en la empresa electromecánica.

Posterior a lo antes mencionado, se aprecia explícitamente que el desarrollo de la herramienta SMED propició una consecuencia positiva e importante en relación con la disminución en el tiempo para el cambio en piezas en la organización.

Tercera hipótesis específica: Si se aplica la metodología Lean, entonces se optimizará el lead time de entrega de órdenes.

Muestra Pre Test:

Respecto a lo desarrollado en el capítulo 4.1 en referencia a muestras para la variable específica 3 fueron el promedio semanal de reclamos, tomando como inicio la fecha de mayo hasta junio de 2023. La información fue obtenida mediante registro en tiempos registrados por los investigadores.

De igual manera, este compuesto por 6 valores en la muestra (Pre) y 6 valores en la muestra (Post) del tiempo promedio por proceso de forma semanal de los días de producción, de ser factible el desarrollo de la variable independiente en la investigación en esta 3° hipótesis específica según Tabla 63.

Tabla 63 *Muestra Pre VS muestra Post Test.*

N° de Semana	Muestra Pre Test (1)	Muestra Post Test (2)
SEMANA 1	28	15
SEMANA 2	25	16
SEMANA 3	28	17
SEMANA 4	30	16
SEMANA 5	25	15
SEMANA 6	26	16
N° RECL. PROM	27	15,83

Datos: Software IBM SPSS.

Prueba paramétrica Pre Test y Post Test

Con el uso software IBM SPSS se generó el resumen de procesamiento respecto a los casos, en el cual se aprecia 6 muestras Pre y 6 muestras Post. Respecto al valor de porcentaje de datos obtenidos resultado del 100% para ambas muestras Pre y Post, en referencia al porcentaje de casos perdidos resultado ser 0% obteniéndose un valor general de casos del 100% según Tabla 64.

Tabla 64 Resumen de procesamiento de casos.

Resumen de procesamiento de casos								
		Casos						
		Muestra Pre Test	Válido		Perdidos		Total	
		(1) - Post Test (2)	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
CANTIDAD DE MUESTRA PRE			6	100,0%	0	0,0%	6	100,0%
RECLAMOS MUESTRA POST			6	100,0%	0	0,0%	6	100,0%

Datos: Software IBM SPSS.

Estadísticos Descriptivos

Según Tabla 65, apreciamos datos estadísticos descriptivos para ambas muestras Pre y Post Test, esto anexa un detalle de los datos procesados para poder ser analizarlos ya sea por tendencia central o por dispersión.

Tabla 65 Estadísticas de grupo respecto a la cantidad de reclamos.

Descriptivos				
		Muestra Pre Test (1) - Post Test (2)	Estadístico	Desv. Error
CANTIDAD DE RECLAMOS	MUESTRA PRE	Media	27,00	,816
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior 24,90	
		Límite superior 29,10		
		Mediana	27,00	
		Varianza	4,000	
		Desv. Desviación	2,000	
	MUESTRA POST	Media	15,83	,307
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior 15,04		
Límite superior 16,62				
Mediana		16,00		
Varianza		,567		

Datos: Software IBM SPSS.

– Muestra Pre Test

- Media: 27,00
- Mediana: 27,00
- Varianza: 4,000
- Desviación estándar: 2,000

– Muestra Post Test

- Media: 15,83
- Mediana: 16,00
- Varianza: ,567
- Desviación estándar: ,753

Prueba de Normalidad

En la prueba de normalidad se emplearon los datos del promedio semanal de reclamos, dado que la cantidad global de datos es menor a 50 se opta por desarrollar la prueba de normalidad realizando el test de Shapiro Wilk mediante el uso Software IBM SPSS, con el principal objetivo de evaluar y comprobar si la distribución es normal, en resumen, si es paramétrica según Tabla 66.

Tabla 66 Prueba de normalidad para la cantidad de reclamos Pre Test y Post Test.

Pruebas de normalidad								
		Muestra Pre Test (1)	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		- Post Test (2)	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CANTIDAD	DE MUESTRA PRE		,191	6	,200*	,896	6	,352
RECLAMOS	MUESTRA POST		,254	6	,200*	,866	6	,212

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Datos: Software IBM SPSS.

En relación con los resultados proporcionados mediante la prueba de normalidad de Shapiro – Wik, se establece que:

-En ambas muestras Pre y Post para promedio semanal de reclamos en la presente investigación, se obtiene valores referentes la Sig son acordes a: 0,352 y 0,212 respectivamente.

Posterior al análisis del nivel existente en significancias para prueba de Levene se aprecia que este es de 0,015 por tanto esta al ser menor al 5.00%, se concluye que no se asumen varianzas iguales.

Según Tabla 68, observamos estadísticas de grupo. Para ello contamos de 6 datos para muestra Pre con una media de 27,00 por otro lado la contraparte cuenta con 4 datos para la muestra post con una media de 15,83, en la cual se aprecia una reducción del índice de reclamos promedio semanal.

Tabla 68 *Estadísticas de Grupo de la tercera hipótesis.*

Estadísticas de grupo						
		Muestra Pre Test (1) - Post Test (2)	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
CANTIDAD	DE	MUESTRA PRE	6	27,00	2,000	,816
RECLAMOS		MUESTRA POST	6	15,83	,753	,307

Datos: Software IBM SPSS.

Según Tabla 69, apreciamos en la prueba de T Student para muestras independientes, que el valor obtenido para la Sig. es de 0,000 por lo tanto, al ser esta menor al 5.00%, con lo cual se logra determinar que se rechaza la hipótesis nula (H_0) y por ende se debe aceptar la hipótesis alterna (H_1).

Tabla 69 Prueba de hipótesis de T Student de muestras independientes

Prueba de muestras independientes											
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias							
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		
									Inferior	Superior	
CANTIDAD RECLAMOS	DE Se asumen varianzas iguales	8,584	,015	12,800	10	,000	11,167	,872	9,223	13,111	
	No se asumen varianzas iguales			12,800	6,389	,000	11,167	,872	9,063	13,270	

Datos: Software IBM SPSS.

Posterior al resultado obtenido según la Tabla 69, referente a la cantidad de reclamos promedio semanal antes al desarrollo de la herramienta Lean denota que existe una diferencia significativa estadísticamente reflejado, a la duración del promedio de reclamos semanal posterior al desarrollo de la herramienta.

En resumen, para el presente contraste de muestras se decide aceptar la hipótesis alterna lo cual viene siendo el reflejo, a la hipótesis del investigador:

H₁: La aplicación de la metodología Lean, optimiza el lead time de entrega de órdenes.

Posterior a lo antes mencionado, se aprecia explícitamente que el desarrollo de la herramienta Lean propició una consecuencia positiva e importante en relación a la disminución de la cantidad de reclamos fuera del Lead Time establecido.

CONCLUSIONES

1. Con la aplicación de las 5s y su estandarización se logra reducir el tiempo de producción de la elaboración de una pieza de 114 min. a 96 min. (18 min. de exceso que se ven generados por tiempos adicionales que no agregan valor) entonces se logra reducir el tiempo de producción en un 16%.
2. La aplicación de 5s impacta de forma positiva a los dueños de las PYMES y a los trabajadores, ya que se logra incrementar la productividad, también mejora el clima laboral y en consecuencia se reduce la carga laboral dentro del puesto de trabajo ya que se estandariza los procesos y se logra reducir defectos, reprocesos y retrasos que se ven reflejado en los costos de producción, logrando así entregar productos de mayor calidad.
3. Con el desarrollo de la herramienta SMED se obtuvo la reducción en la duración referente al tiempo en cambio de piezas de 45 min. a 36 min. de cambios piezas durante las paradas de línea con lo cual se ahorra (9 min. en exceso generados por tiempos adicionales que no agregan valor) se logró reducir en un 20% el tiempo de cambio de piezas.
4. Con el desarrollo de la herramienta SMED, logramos disminuir en manera considerable los tiempos de cambios de piezas durante las paradas de líneas frecuentes, mediante esta herramienta se redujo la cantidad de actividades clasificando las internas e externas. Adicional a lo antes mencionado, esta herramienta nos permite conocer al detalle el proceso de operación y la puesta en marcha de producción tanto en sus aspectos operativos como de calidad y seguridad.
5. Con el desarrollo de la herramienta Lean mediante este modelo propuesto se logró optimizar e incrementar el Lead time de entrega de órdenes de 27 reclamos a 15 reclamos con lo cual se logró mejorar a un 44% el nivel de cumplimiento, logrando así mejorar la confianza con los clientes.
6. La propuesta de mejora mediante Lean Manufacturing incrementa de manera significativa la eficiencia y eficacia de los trabajadores por consecuencia esto mejora la productividad de los trabajadores y está también contribuyó con la reducción a los retrasos en la entrega de órdenes.

7. Luego del análisis de los 3 objetivos específicos, podemos concluir que se logró aplicar de forma óptima la metodología Lean Manufacturing logrando obtener resultados favorables y satisfactorios en el presente estudio en cada uno de los casos mencionados.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda como proyecto de mejora, el desarrollo de un sistema de control de gestión total de la calidad en cada etapa del proceso por consiguiente lograr obtener una certificación logrando de esta manera alcanzar un mayor mercado y obtención de potenciales clientes en el exterior.
2. Se recomienda una exhaustiva evaluación respecto a los tiempos por procesos en las demás áreas internas de la empresa con el objetivo de incrementar la eficiencia de las operaciones y eliminar aquellas que no se encuentren generando valor agregado.
3. Se recomienda investigar nuevas técnicas eco amigables que permitan continuar con la mejora continua en pro de la empresa, con el reproceso de las mermas generadas por el maquinado de las piezas logrando así reducir la huella de carbono generada y optimizar las ganancias de la empresa.
4. Para el primer objetivo específico se debe continuar con la tarea de búsqueda de nuevas oportunidades de mejora en nuevas áreas de la empresa, como primer paso incentivando la participación del personal mediante reuniones periódicas durante el mes, y en segundo paso incentivar el trabajo en equipo consolidando compromisos por cumplir a corto o mediano plazo. Capacitar al personal, frecuentemente, sobre las nuevas acciones a emprender en el área de mejora continua, la retroalimentación es necesaria.
5. Para el segundo objetivo específico primero se tiene que mantener y mejorar las metas ya alcanzadas y procurar que prevalezcan, se consoliden a lo largo del tiempo logrando así que el colaborador se involucre y comprometa con la empresa, el segundo paso debe ser promover capacitaciones con regularidad sobre las últimas prácticas de las herramientas desarrolladas para siempre encontrarse en mejora continua de las actividades y procurar realizar una extensión de la metodología utilizada hacia las demás maquinarias en la empresa. Se recomienda utilizar nuevos métodos de trabajo junto a la fomentación del orden en las zonas de trabajo para disminuir los tiempos de saneamiento.
6. Para el tercer objetivo específico en primera estancia se deben analizar los procesos en su conjunto, empezando por los procesos críticos y fomentar la participación activa de todo el personal involucrado, permitiendo adecuaciones y mejoras en la propuesta. Realizando seguimientos continuos, mediante herramientas que permitan medir y

obtener un diagnóstico respecto a cómo se encuentra evolucionando los resultados alcanzados en la empresa, así como experimentar y extender nuevos métodos y técnicas y optimización de procesos hacia diferentes áreas en la organización.

REFERENCIAS

- Alvarez Zegarra , A., & Pujazon Laime, C. (2021). Tesis para optar al Título de Ingeniero. Plan de Marketing para el incremento de las ventas en la empresa SUN. Universidad Andina del Cusco, Cusco, Perú. Obtenido de https://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12557/4639/Andrea_Catherine_Tesis_bachiller_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Aranibar, M. (2016). Aplicación de Lean Manufacturing, para la mejora de productos en una empresa manufacturera [Trabajo para optar el título profesional de ingeniero industrial]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Arroyo, N. (2020). Estudio del uso de herramientas de lean manufacturing con diversas aplicaciones en hospitales [Trabajo de investigación para obtener el grado de bachiller en ciencias con mención en ingeniería industrial]. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Benavides, R. (2020). Propuesta de un modelo de implementación de Lean Manufacturing empresas de servicios de la industria forestal [Trabajo para optar el grado de magíster en ingeniero industrial y de sistemas] Universidad del Desarrollo - Chile.
- Becerra, K., & Carbajal, X. (2019). Propuesta de implementación de herramientas lean: 5s y estandarización en el proceso de desarrollo de producto en pymes peruanas exportadoras del sector textil de prendas de vestir de tejido de punto de algodón. (tesis de pregrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú
- Castrejón, A. (2016). *Implementación de herramientas de lean manufacturing en el área de empaque de un laboratorio farmacéutico*. Obtenido de Instituto Politécnico Nacional:<https://es.scribd.com/document/381417869/Herramientas-Lean-Manufacturing-en-El-Proceso-de-Empaque-de-Una-Farmaceutica>
- Carro, Roberto y González Gómez, Daniel A. (2012). Productividad y competitividad. Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Coca Carasilla, A. M. (2008). El concepto de Marketing: pasado y presente. Revista de Ciencias Sociales, 396. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/280/28011672014.pdf>

- Curillo, M. (2014). Análisis y propuesta de mejoramiento de la productividad de la fábrica artesanal de hornos industriales facopa, Obtenidos de Universidad politécnica Salesiana <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7302/1/UPS-CT004237.pdf>
- Duran, J. & Uмба, R. (2017). Propuesta para implementar herramientas lean manufacturing para la reducción del tiempo de ciclo en la fábrica de almojábanas el goloso [Trabajo de grado para optar al título de ingeniero industrial]. Universidad de la salle - Bogotá D.C.
- EUSKALIT. (Diciembre de 1997). Metodología de las 5S, mayor productividad mejor lugar de trabajo. Obtenido de <https://jesuitas.lat/biblioteca/archivodocumental/metodologia-de-las-5s-mayor-productividad-mejor-lugar-de-trabaj>
- Fernández, V. (2020). Tipos de justificación en la investigación científica. doi: <https://doi.org/10.33970/eetes.v4.n3.2020.207>
- Fisher, L., & Espejo, J. (2011). Mercadotecnia. México: Mcgraw-hill/interamericana editores, s.A.
- Gómez, I.,y Aguilar, J. (2020). Administración de operaciones. UIDE/GUAYAQUIL/2020. Recuperado de: <file:///C:/Users/lenovo/Downloads/ADMINISTRACION%20DE%20OPERACIONES.pdf>
- Guevara, E, Zegarra, R. (2015). Aplicación de un modelo integrado de gestión de la producción para mejorar la productividad de la línea de fabricación de llaves de cerradura. Obtenido de la Universidad Ricardo Palma: http://repositorio.urp.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/URP/2056/guevara_ep-zegarra_ra.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Gutiérrez, H. (2010). Calidad Total y Productividad. Obtenido de <https://clea.edu.mx/biblioteca/files/original/56cf64337c2fcc05d6a9120694e36d82.pdf>
- Hernández, R., Fernández , C., & Baptista , I. (2014). Metodología de la Investigación. México: Mcgraw-hill/interamericana editores, s.A. De c.V.

- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., Baptista Lucio, P. (12 de 09 de 2014). Metodología de la investigación (Quinta ed.). (M. G. S.A., Ed.) México, México: Megraw Hill.
- Herrera, P. (2018). Propuesta de mejoramiento del proceso logístico de gestión de almacenes en la empresa inemflex s.a.s. [Trabajo para optar el título profesional de ingeniero industrial] Universidad distrital Francisco Jose De Caldas - Bogotá D.C.
- Hirano, H. (1996). 5s para todos: 5 pilares de la fabrica visual.
- J. Hay, Edward. Justo a tiempo : La técnica japonesa que genera mayor ventaja competitiva. Grupo Editorial Norma, 2003. <https://germanchan.files.wordpress.com/2014/11/libro-2-justo-a-tiempo.pdf>
- Jara Riofrío, M. (2017). El método de las 5's: su aplicación. RES NON VERBA.
- Kinsey, A. (2020). What Is the Difference Between Manufacturing Lead Time & Throughput Time? [Cual es la diferencia entre Lead Time de Manufactura y Tiempo de Procesamiento?]. Recuperado 28 de mayo de 2022 de 123 <https://smallbusiness.chron.com/difference-between-manufacturing-lead-timethroughput-time-34616.html>
- Naupas Paitán, H., Mejía Mejía, E., Novoa Ramírez, E., & Villagómez Paucar, A. (2014). Metodología de la investigación: Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis, 4ta Edición (4ta ed.). Bogotá: Ediciones de la U.
- Lombana, R. (2012). Ciclo dinámico de la productividad para las pequeñas y medianas empresas manufactureras de Colombia. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/326916491_Ciclo_dinamico_de_la_productividad_para_las_pequeñas_y_medianas_empresas_manufactureras_de_Colombia
- López, P., & Fachelli, S. (2015). Metodología de la investigación social cuantitativa. Barcelona, España: Universidad Autónoma de Barcelona.
- Ortiz, C. A. (2016). The 5S Playbook. New York: Taylor & Francis Group
- Pérez, F. (2021). Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial. Bucaramanga, Colombia: Ediciones USTA

- Masaaki, I. (1998). *Cómo implementar el Kaizen en el sitio de trabajo*. McGraw-Hill
- Mateus, W. (2010). *5's: Un método eficaz para el éxito en la organización y productividad empresarial*. Colombia: Metalactual.
- Meléndez Rodríguez, D.M (2017). *Aplicación de Lean Manufacturing en el Proceso de conversión de hojas de planta lijadas en la empresa qroma s.a*. Obtenido de Universidad de Lima: https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/5316/Mel%C3%A9ndez_Rodr%C3%ADguez_Diego_Miguel.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Montgomery, D. (2004). *Control estadístico de la calidad*. (3ra ed.). Mexico: Editorial Limusa Wiley
- Quijada, J.A.B. (2019). *Lean manufacturing*. Editorial Elearmin SL. https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=vMfIDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=historia+de+lean+manufacturing&ots=QW8xiLxNz4&sig=JANbYksjyB0GsKso58MqH9CY_iY#v=onepage&q=historia%20de%20lean%20manufacturing&f=false
- Rojas, C. y Salazar, S. (2019). *Aplicación de la metodología 5's para la optimización en la gestión del almacén en una empresa importadora de equipos de laboratorio (tesis de pregrado)*. Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.
- Sánchez, C., Garrido, G., & Mena, M. (2010). *Guía Lean Manufacturing*. España. Sánchez, T. (2008). *El método de las 5S*. Obtenido de www.monografias.com
- Salinas Meruane, P., & Cárdenas Castro, M. (2009). *Métodos de investigación* (1 ed.). Quito: Ediciones Universidad Católica del Norte.
- Sascó, S. (2019). *Análisis y propuesta de mejora aplicando herramientas de Lean Manufacturing en la línea de acabados de la construcción en una empresa fabricante de productos plásticos [Trabajo para optar el título profesional de ingeniero industrial]*. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Socoonini, L. (2019). *Lean manufacturing. Paso a paso*. Marge books. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=rjyeDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=historia+de+lean+manufacturing&ots=DIHSrUBo8Q&sig=ZjJi8lKuCX>

C9UPKIIH591GWfg4Q#v=onepage&q=historia%20de%20lean%20manufacturing
&f=false

Thompson, I. (Agosto de 2005). Promonegocios. Recuperado el 27 de Mayo de 2021, de
<https://www.promonegocios.net/mercadotecnia/mezcla-mercadotecnia-mix.htm>

Zapata, A, Acevedo, C. (2018). Reducción del tiempo de ciclo para el aumento de la
productividad en el proceso de elaboración de concentrado para gallinas ponedoras.
(Tesis de pregrado) Santiago De Cali: Universidad de san Buenaventura.

ANEXOS

ANEXO A: Matriz de Consistencia

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente	Indicador VI	Variable Dependiente	Indicador VD
¿En qué medida se podría incrementar la productividad mediante la implementación de lean manufacturing en una empresa Electromecánica?	Aplicación de Lean Manufacturing para la mejora de tiempos en procesos de producción en una empresa Electromecánica.	Si se aplica Lean Manufacturing se aumentará la productividad en una empresa Electromecánica.	Lean Manufacturing	SI/NO	PRODUCTIVIDAD	Tiempo promedio x pieza producida
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	Variable Independiente	Indicador v.i.	Variable Dependiente	Indicador v.d.
¿Cómo reducir el tiempo de producción de las piezas en una empresa Electromecánica?	Aplicar la metodología 5'S para reducir el tiempo de producción de las piezas en una empresa Electromecánica.	Si se aplica la metodología 5'S, entonces se mejorará los tiempos de producción de las piezas.	Metodología 5'S	SI/NO	TIEMPO DE PRODUCCIÓN DE LAS PIEZAS	Tiempo promedio x pieza
¿Cómo reducir los tiempos muertos en las paradas de línea por cambio de piezas en una empresa Electromecánica?	Aplicar la metodología SMED para reducir los tiempos muertos en las paradas de línea por cambio de piezas en una empresa Electromecánica.	Si se aplica la metodología SMED, entonces se reduce el tiempo de cambio de piezas en la línea de producción.	SMED	SI/NO	TIEMPO DE CAMBIO DE PIEZAS	Tiempo promedio de cambio de pieza/ Tiempo total.
¿Cómo mejorar el Lead Time de entrega de órdenes en una empresa Electromecánica?	Aplicar la metodología Lean para la mejorara del cumplimiento de entrega de ordenes en una empresa Electromecánica.	Si se aplica la metodología Lean, entonces se optimizará el lead time de entrega de órdenes.	Lean	SI/NO	CANTIDAD DE ÓRDENES FUERA D LEAD TIME	Reclamo x orden fuera de lead time.

ANEXO B: Matriz de Operacionalización

Variable Independiente	Indicador	Definición Conceptual	Definición Operacional
Metodología 5'S	SI/NO	Herramienta que consiste en la aplicación sistemática de principios de orden y limpieza en las áreas de trabajo de una organización. (Hernández & Vizán, 2013).	Es un método de gestión de procesos basados en los principios de orden y limpieza para mejorar el ambiente laboral.
SMED	SI/NO	Según Hernández y Vizán (2013) “es una metodología o conjunto de técnicas que persiguen la reducción de los tiempos de preparación de máquina” (p. 42).	Metodología para reducir los tiempos de cambios de cambio de herramientas.
Lean Manufacturing	SI/NO	Es “un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación del desperdicio o excesos, entendiendo como exceso toda aquella actividad que no agrega valor en un proceso, pero si costo y trabajo” (Socconini, 2019, p.20).	Es una metodología desarrollada para optimización de procesos la cual se encuentra compuesta por varias diversas herramientas de mejora continua.
Variable Dependiente	Indicador	Definición Conceptual	Definición Operacional
PIEZAS PRODUCIDAS	Tiempo promedio x pieza producida	Es la relación que existe entre dos factores de producción que evalúan el desempeño de un proceso mediante el consumo de los recursos para obtener un producto o servicio. Gómez y Brito (2020).	Tiempo promedio x pieza producida
TIEMPO DE CAMBIO DE PIEZAS	Tiempo promedio x cambio de pieza	Es utilizado para medir el tiempo requerido por un trabajador calificado quien trabajando a un nivel normal de desempeño realiza una tarea conforme a un método especificado. Según Hodson(2001).	Tiempo promedio x pieza
LEAD TIME DE ORDENES DE PRODUCCIÓN	Reclamo x orden fuera de lead time.	El tiempo de entrega (o lead time) es el retraso entre el inicio y la finalización de un proceso. En las cadenas de suministro, cada vez que se compra, se transforma o se arregla un producto, los tiempos de entrega se suelen medir en los días que se emplean para completar este proceso. (Vermorel J. 2020).	Reclamo x orden fuera de Lead Time

ANEXO C: Permiso de la empresa

ELECTROMECHANICA SILVA S.A.C.

INSTALACION Y SERVICIO TECNICO HIDRAULICO REHABILITACION

REPARACION PISCAS, TALLERES - ELECTRICIDAD
SISTEMAS DE BOMBAS, REPARACION, MANTENIMIENTO
ELECTRICA, REPARACION DE MOTORES Y BOMBAS
ELECTRICAS, TALLERES DE AVANCE
INSPECCION DE PISCAS CON CAMARA SUBMERSIBLE

Lima, 10 de Abril del 2023.

Dirigido a:
Señor(es): Bach. Silva Villegas, Alvaro Jesus & Bach. Peña Cubas, Luis Carlos

De: Junta de accionistas de Electro Mecanica Silva S.A.C

Presente.

Me es grato dirigirme a ustedes, para saludarlo muy cordialmente, al mismo tiempo manifestarle que damos la autoridad de poner manifestar datos de la empresa, realizar encuestas y realizar la toma de tiempo con el fin de felicitar su investigación. Además deseamos hacerle saber que el proyecto comenzará con una fase de pre mayo 02 de mayo a junio 20 , contando con una fase de implementación junio 20 a julio 30 y una fase post desde 30 julio a 30 septiembre por otro lado Electro mecanica silva sac acepta la responsabilidad de apoyar y brindar seguridad a los estudiantes durante el periodo de investigación.

Sin más que agregar, esperamos que el proyecto inicie según lo esperado y sea llevado a cabo con completo éxito.

Atentamente.

Manuel J. Silva Cortez
Electro Mecanica Silva
SAC 20538538117

Electro Mecanica Silva S.A.C. - Calle 100 - P.O. Box 1000 - Lima 1000 - Perú - Teléfono: 011 444 4444